



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
INDUSTRIAL**

Aplicación del mantenimiento autónomo para incrementar la
productividad en el área de mantenimiento de máquinas
herramienta de la empresa AIRTEC S.A. Callao 2018

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Industrial

AUTOR:

Christian Alexander, Morillo León

ASESOR:

Dr. Grimaldo Wilfredo, Quispe Santivañez

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Empresarial y Productiva

LIMA – PERÚ

2018

Página del Jurado

DEDICATORIA

Dedico esta tesis con mucho cariño a familia, por ser la fuente de mi inspiración y fuerza a lo largo de mi carrera, por darme su apoyo constante durante mi formación profesional.

AGRADECIMIENTO

Los objetivos alcanzados en la vida son con la contribución de muchas personas con sus dones, talentos y sabiduría. Esta tesis no es la excepción, por ello agradezco:

A la Universidad Cesar Vallejo y a los docentes de la Facultad de Ingeniería Industrial, quienes compartieron sus conocimientos y me formaron profesionalmente.

A mi asesor metodológico Dr. Grimaldo Wilfredo, Quispe Santivañez; por su asesoría, su saber, experiencia y orientación en el desarrollo de la presente tesis.

A mis familiares por su apoyo incondicional, por su confianza en mi talento y por inculcarme principios que cooperen en el desarrollo de la sociedad.

A todos ellos, mis infinitos agradecimientos.

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, **CHRISTIAN ALEXANDER MORILLO LEÓN** CON DNI N° 43205622, en la senda de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Industrial, declaro bajo juramento que los documentos que se adjuntan son fidedignos.

Asimismo indico bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces. En el caso que hubiera falta, omisión o falsedad asumo los correspondientes procesos investigativos y sanciones de acuerdo a las normas internas de la Universidad.

En concordancia, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, con las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Umo, 05 de marzo del 2020



Christian Alexander Morillo León
D.N.I. N° 43205622

PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado:

Con el propósito de cumplir lo dispuesto en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, entrego ante ustedes la Tesis “Aplicación del Mantenimiento Autónomo para incrementar la Productividad en el Área de Mantenimiento de Máquinas Herramienta de la empresa AIRTEC S.A., Callao 2018”, la misma que se somete a vuestra atención y aguardo que cumpla con los requerimientos de conformidad para obtener el título Profesional de Ingeniero Industrial.

ÍNDICE

| | |
|---|-----|
| PÁGINA DEL JURADO | ii |
| DEDICATORIA | iii |
| AGRADECIMIENTO | iv |
| DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD | v |
| PRESENTACIÓN | vi |
| ÍNDICE..... | vii |
| RESUMEN | x |
| ABSTRACT | xi |
| I. INTRODUCCIÓN..... | 12 |
| 1.1 Realidad problemática | 15 |
| 1.1.1 Mantenimiento autónomo en el área de mantenimiento | 17 |
| 1.1.2 Productividad del área de mantenimiento de máquinas herramienta | 23 |
| 1.2. Trabajos previos | 23 |
| 1.2.1 Trabajos internacionales..... | 23 |
| 1.2.2 Trabajos nacionales..... | 27 |
| 1.3 Teorías relacionadas | 29 |
| 1.3.1 Mantenimiento autónomo – Variable independiente..... | 29 |
| 1.3.2 Productividad – Variable dependiente | 31 |
| 1.3.3 Conceptos relacionados..... | 33 |
| 1.4 Formulación del problema | 36 |
| 1.4.1 Problema general | 36 |
| 1.4.2 Problemas específicos | 36 |
| 1.5 Justificación del estudio..... | 36 |
| 1.5.1 Justificación teórica | 36 |
| 1.5.2 Justificación práctica..... | 36 |
| 1.5.3 Justificación metodológica | 37 |
| 1.6 Hipótesis. | 37 |
| 1.6.1 Hipótesis general | 37 |
| 1.6.2 Hipótesis específicas | 37 |
| 1.7 Objetivos..... | 37 |
| 1.7.1 Objetivo general | 37 |
| 1.7.2 Objetivos específicos | 37 |

| | |
|--|----|
| II. MÉTODO | 39 |
| 2.1 Diseño, Tipo y Nivel de la investigación | 40 |
| 2.1.1 Diseño de investigación | 40 |
| 2.1.2 Tipo de investigación | 40 |
| 2.1.3 Nivel de la investigación | 40 |
| 2.2 Variables, Operacionalización de variables | 41 |
| 2.2.1 Definición conceptual de mantenimiento autónomo | 41 |
| 2.2.2 Definición conceptual de productividad | 41 |
| 2.2.3 Definición conceptual de dimensión..... | 41 |
| 2.2.4 Operacionalización de variables | 41 |
| 2.3 Población y Muestra..... | 44 |
| 2.3.1 Población..... | 44 |
| 2.3.2 Muestra..... | 44 |
| 2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, Validez y Confiabilidad | 44 |
| 2.4.1 Técnicas para la recolección de datos | 44 |
| 2.4.2 Instrumentos de recolección de datos | 44 |
| 2.4.3 Validez | 44 |
| 2.4.4 Confiabilidad | 45 |
| 2.5 Métodos de análisis de datos | 45 |
| 2.5.1 Análisis descriptivo..... | 45 |
| 2.5.2 Análisis inferencial | 45 |
| 2.6 Aspectos éticos..... | 45 |
| 2.7 Desarrollo de la propuesta | 45 |
| 2.7.1 Diagnostico de la situación actual | 45 |
| 2.7.2 Propuesta de mejora..... | 49 |
| 2.7.3 Implementación de la propuesta..... | 49 |
| 2.7.4 Resultados de la implementación | 63 |
| 2.7.5 Análisis económico financiero | 65 |
| III. RESULTADOS..... | 68 |
| 3.1 Análisis descriptivo | 69 |
| 3.2 Análisis de normalidad | 74 |
| 3.3 Análisis inferencial..... | 77 |
| IV. DISCUSIÓN | 80 |
| V. CONCLUSIONES..... | 82 |
| VI. RECOMENDACIONES..... | 84 |

| | |
|--|-----|
| VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 86 |
| VIII. ANEXOS | 94 |
| Anexo 1 Matriz de consistencia..... | 95 |
| Anexo 2 Data para el cálculo de estadísticos. | 96 |
| Anexo 3 Formato de encuesta y evaluación de técnica de las 5S..... | 98 |
| Anexo 4 Formato de evaluación situacional. | 100 |
| Anexo 5 Formato de fuentes de contaminación y áreas de difícil acceso..... | 101 |
| Anexo 6 Formato de tarjeta azul de anomalías. | 103 |
| Anexo 7 Formato de tarjeta roja de anomalías. | 104 |
| Anexo 8 Formato de ficha de los 5 porqués..... | 105 |
| Anexo 9 Capacitación al personal | 106 |
| Anexo 10 Aplicación de la técnica de las 5S (Antes y Después). | 107 |

RESUMEN

La presente tesis “Aplicación del Mantenimiento Autónomo para incrementar la Productividad en el Área de Mantenimiento de Máquinas Herramienta de la empresa AIRTEC S.A., Callao 2018”, cuyo diseño es preexperimental con enfoque descriptivo, cuantitativo o explicativo. El tipo es aplicado de alcance longitudinal que busca resolver el problema del Mantenimiento Autónomo. **Objetivos:** Determinar como la aplicación del Mantenimiento Autónomo incrementa la productividad. **Método de investigación:** es preexperimental y descriptiva con la finalidad de establecer la influencia de sus variables y demostrar que mediante el Mantenimiento Autónomo se puede incrementar la productividad en el Área de Mantenimiento de Máquinas Herramienta. Para esta investigación el problema principal se concentra en el área de mantenimiento de máquinas herramienta, en donde existe deficiencias de personal, esto se debe principalmente por falta de capacitación. **Población:** Es la información de enero a julio del 2018 de la empresa AIRTEC S.A. **Muestra:** Corresponde al movimiento de Mantenimiento de Máquinas Herramienta de AIRTEC S.A. **Resultados:** En la prueba realizada en la muestra, se demostró que la aplicación del Mantenimiento Autónomo, puede incrementar la productividad. **Conclusión:** Que la aplicación del Mantenimiento Autónomo tiene una relación directa la productividad con en el Área de Mantenimiento. La aplicación del Mantenimiento Autónomo, incrementa significativamente el servicio. La aplicación de la Mantenimiento Autónomo, incrementa relevantemente el uso de las horas hombre.

Palabras clave: Mantenimiento autónomo, productividad, incrementar productividad. procesos, gestión de mantenimiento.

ABSTRACT

This thesis "Application of Autonomous Maintenance to increase Productivity in the Maintenance Area of Machine Tools of the company AIRTEC S.A., Callao 2018", whose design is pre-experimental with a descriptive, quantitative or explanatory approach. The type is applied longitudinally that seeks to solve the problem of Autonomous Maintenance. Objectives: Determine how the Autonomous Maintenance application increases productivity. Research method: it is pre-experimental and descriptive in order to establish the influence of its variables and demonstrate that through Autonomous Maintenance can increase productivity in the Maintenance Area of Machine Tools. For this investigation the main problem is concentrated in the maintenance area of machine tools, where there are personnel deficiencies, this is mainly due to lack of training. Population: It is the information from January to July 2018 of the company AIRTEC S.A. Sample: Corresponds to the maintenance movement of machine tools of AIRTEC S.A. Results: In the test conducted in the sample, it was demonstrated that the application of Autonomous Maintenance can increase productivity. Conclusion: That the application of Autonomous Maintenance has a direct relationship with productivity in the Maintenance Area. The Autonomous Maintenance application significantly increases the service. The application of Autonomous Maintenance, significantly increases the use of man hours.

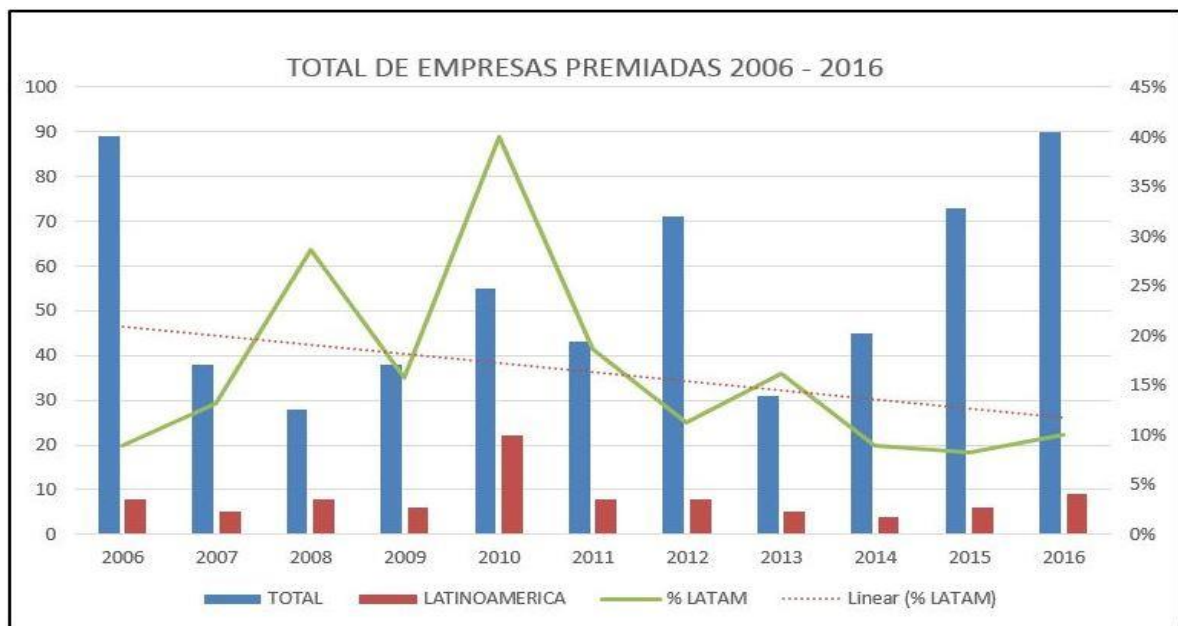
Keywords: Autonomous maintenance, productivity, increase productivity. processes, maintenance management.

I. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, el TPM o Mantenimiento Productivo Total, es el resultado del esfuerzo de empresas japonesas en perfeccionar el mantenimiento preventivo, que nació en los Estados Unidos en los años 50. Diez años después, Japón hizo evolucionar hacia el sistema de mantenimiento de la producción. (ResaltadorKaizen, 2017).

Buscando cero fallas en máquinas, cero defectos en productos y cero pérdidas en los procesos.

Figura 1 Empresas premiadas del 2006 – 2016 en la aplicación TPM.

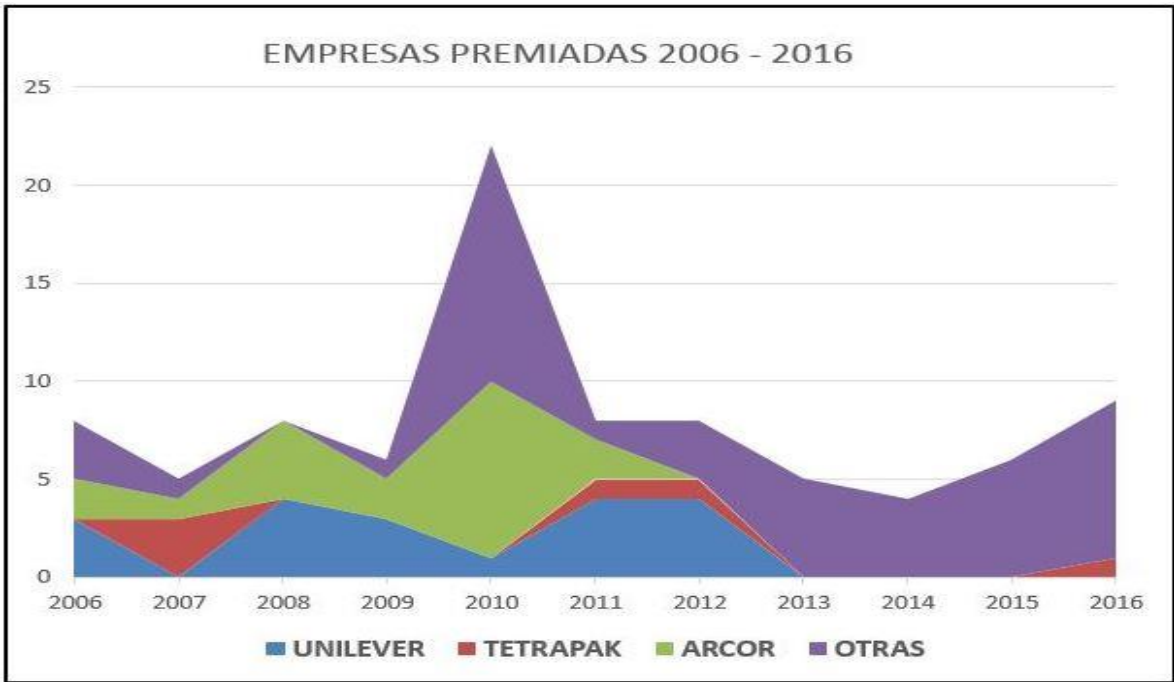


Fuente: resaltadorkaizen.blogspot.com.

A nivel latinoamericano, en los últimos 10 años hay más empresas que reciben un reconocimiento por sus resultados en TPM, muy a pesar que los requisitos son más exigentes, y ha traído resultados tangibles e intangibles para las empresas, no es que sea barato de aplicar, el presupuesto de cualquier industria, está estimado en más o menos en 23.000 USD.

El número de empresas premiadas en el 2016 se ha incrementado, es mayor que en los últimos 10 años, es difícil obtener conclusiones. Existen varios factores como: la disminución paulatina de la industrialización en los países latinoamericanos, la difícil situación económica, la política regional que no estimula la entrada de capitales extranjeros, la falta de incentivos de los gobiernos; las empresas latinoamericanas pierden participación, si no fuera por las empresas mexicanas.

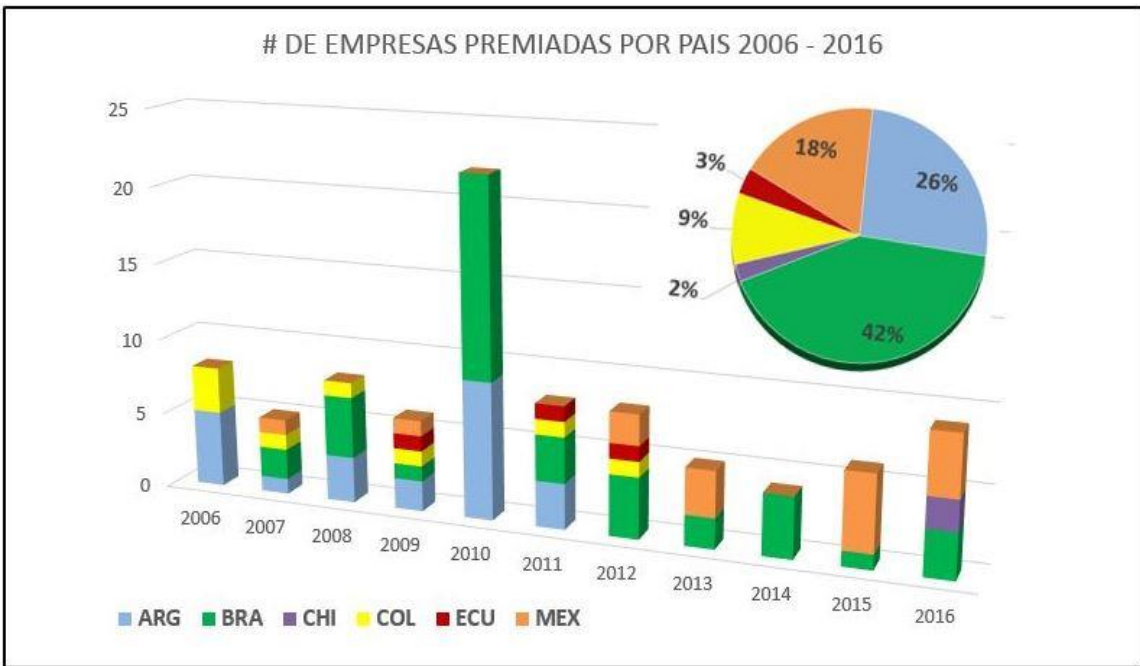
Figura 2 Empresas premiadas entre 2006 - 2016.



Fuente: resaltadorkaizen.blogspot.com.

A nivel del Perú la Ingeniería de Mantenimiento no es una tarea fácil de efectuar. Sin embargo, está sujeta al crecimiento de profesionales de técnicos y de la especialidad en nuestro país.

Figura 3 Número de empresas premiadas por país 2006 - 2016.



Fuente: resaltadorkaizen.blogspot.com.

A lo largo de los años el mantenimiento ha cobrado más importancia, pues los equipos tecnológicos son más complejos y más costosos, que deben ser cuidadas en todo momento para que produzcan en su máximo potencial, al mismo tiempo que se está pendiente de que no sufran algún desperfecto.

Cabe resaltar o hacer notar que, en el Perú, no hay empresas premiadas por la aplicación del Mantenimiento Productivo Total (TPM), por lo que no aparece en esta estadística.

1.1 Realidad problemática

AIRTEC S.A., ubicada en Jr. Manuel Arispe Nro. 311 Urb. La Chalaca, Callao, Callao, con RUC No. 20100400511, es una empresa especializada en la fabricación de equipos de Ventilación para industria y minera.

Los productos y servicios que ofrecen cubren la necesidad de los sectores: minero, industrial, pesquero, papelerero, textil, agrícola y comercial, en particular a la atención del servicio pesado (HEAVY DUTY) y aplicaciones especiales.

Tiene más de 50 años de experiencia en la ingeniería del movimiento de aire, cuenta con los departamentos comercial, ingeniería y asistencia técnica y una plantilla de producción que trata de cumplir con las exigencias de los clientes. En el mercado competitivo y una elevada rivalidad entre compañías cuyo propósito es mantenerse y situarse en el mercado, bajando sus costos y gastos operativos.

Ante esta situación, se hace necesaria el uso de la herramienta TPM, para la eliminación de los desperdicios en horas hombre, horas máquina, disminución de los gastos, optimización de los costos, incrementar el rendimiento de la producción y un crecimiento sostenido y competente de toda la empresa. (AIRTEC-S.A., 2016)

La realidad problemática es la baja productividad de la empresa AIRTEC S.A. Callao 2018, en esta oportunidad se describe la falta de implementación de la metodología por parte de los operadores de las máquinas herramienta; que consta de: siete tornos paralelos, un cepillo de codo y una fresadora.

La mayoría de las máquinas herramienta, han cumplido su vida útil, algunos fueron adquiridos de segunda mano y tuvieron que hacerle “overhaul”. No se practica el mantenimiento autónomo, porque no se ha capacitado al personal en dicha técnica. El

mantenimiento de las máquinas herramienta, se hace en forma reactiva, se realiza cuando se presenta la falla y se paraliza la producción, con las consecuencias negativas para todo el proceso de fabricación, incrementando los gastos y los costos.

En la Tabla 1, se enumera las causas que contribuyen a la baja productividad, luego de haber realizado una encuesta en la empresa. En la Tabla 2, se clasifica o categoriza las causas de la baja productividad en las 6M para elaboración del diagrama causa - efecto.

Tabla 1 Matriz de causas de baja productividad.

| Ítem | Código | Descripción |
|------|--------|-------------------------------|
| 1 | C01 | Espacios inadecuados |
| 2 | C02 | Desorden |
| 3 | C03 | Paradas de producción |
| 4 | C04 | Alta vibración |
| 5 | C05 | Falta de mantenimiento |
| 6 | C06 | Oxidación de repuestos |
| 7 | C07 | Falta de repuestos |
| 8 | C08 | Falta de historial de máquina |
| 9 | C09 | Ausencia de medición |
| 10 | C10 | Procedimientos inadecuados |
| 11 | C11 | Mala regulación de máquinas |
| 12 | C12 | Personal sin capacitación |
| 13 | C13 | Personal insuficiente |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2 Matriz de clasificación 6M de las causas de baja productividad.

| Ítem | 6M | Causas de baja productividad | Código |
|------|----------------|-------------------------------|--------|
| 1 | Medio Ambiente | Espacios inadecuados | C01 |
| 2 | Medio Ambiente | Desorden | C02 |
| 3 | Maquinaria | Paradas de producción | C03 |
| 4 | Maquinaria | Alta vibración | C04 |
| 5 | Maquinaria | Falta de mantenimiento | C05 |
| 6 | Materiales | Repuestos Oxidados | C06 |
| 7 | Materiales | Falta de repuestos | C07 |
| 8 | Medición | Falta de historial de máquina | C08 |
| 9 | Medición | Ausencia de medición | C09 |
| 10 | Método | Procedimientos inadecuados | C10 |
| 11 | Método | Mala regulación de máquinas | C11 |
| 12 | Mano Obra | Personal sin capacitación | C12 |

Fuente: Elaboración propia.

1.1.1 Mantenimiento autónomo en el área de mantenimiento

- 2 En la empresa AIRTEC S.A., se dedica a la Ingeniería en Movimiento de Aire, no se practica el mantenimiento autónomo, porque el personal no está capacitado para hacerlo, tampoco se practica el mantenimiento progresivo o mantenimiento preventivo, se espera hasta que se presenta el fallo, paralizando el proceso productivo. Al paralizar la producción afecta a los clientes (Ver Anexo 7).
- 3 Por tal motivo se ha elaborado la matriz de correlación de causas de baja productividad, en el que se observa como la falta de mantenimiento autónomo del Área de Mantenimiento de máquinas herramienta, afecta la eficacia y eficiencia (Productividad) de la empresa (Ver Tabla 3). Esta correlación establece la frecuencia de ocurrencia de los problemas, porque las causas se correlacionan o son interdependientes, la puntuación asignada indica cuáles son los problemas más críticos
- 4 Con la clasificación 6M (Ver Tabla 2), se ha elaborado Diagrama de Ishikawa, (Ver figura 4) en el que se grafica las causas de la baja productividad de la empresa AIRTEC S.A., Callao 2018. Las más importantes causas son: Espacios inadecuados, Desorden, Paradas de producción, Alta vibración, Falta de

mantenimiento, repuestos oxidados, Falta de repuestos, Falta de historial de máquina, Ausencia de medición, Procedimientos inadecuados, Mala regulación de máquinas, Personal sin capacitación y Personal insuficiente (Ver Tabla 2).

- 5 Respecto a las máquinas herramienta, no se tiene el respectivo checklist, para efectuar los mantenimientos, no existe el historial de mantenimiento preventivo o correctivo de cada máquina herramienta. Hay un cronograma de mantenimiento preventivo que no se cumple, por falta de repuestos, repuestos oxidados. También, se ha elaborado la tabulación de datos (Ver Tabla 4) y con estos datos se elaboró el Diagrama de Pareto (Ver Figura 5). Asimismo, se ha detectado errores de diseño en el proceso de fabricación, incrementando los costos de fabricación, en horas-máquina improductivas, horas-hombre improductivas, también es causa de la baja productividad.
- 6 Por otro lado, la empresa hasta el momento no tiene documentado en forma detallada los procesos y procedimientos de mantenimiento de las máquinas herramienta, que facilite los mantenimientos preventivos y mantenimientos correctivos, se añade que no tiene personal capacitado y la cantidad del personal es insuficiente.

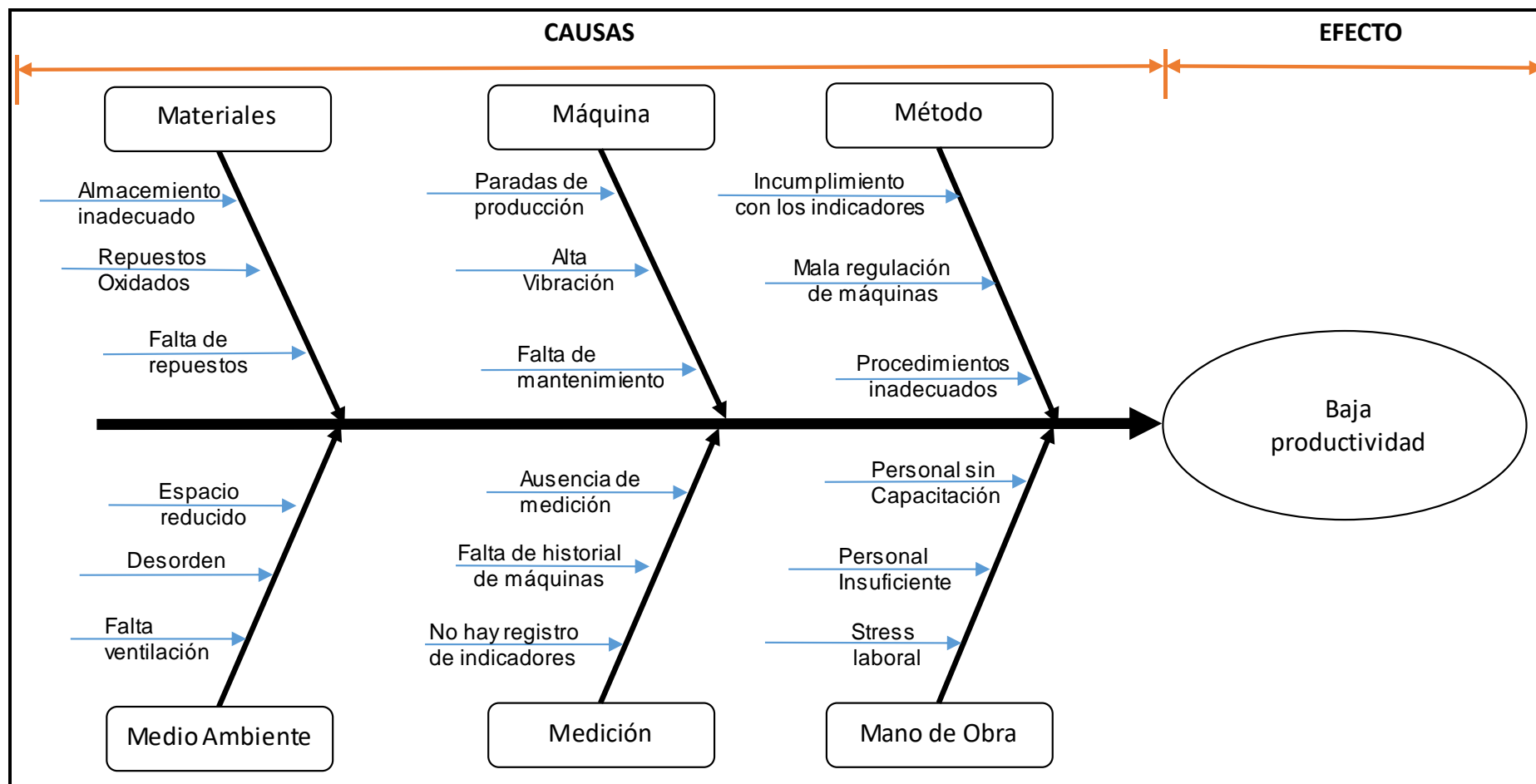
Tabla 3 Matriz de correlación de causas de baja productividad.

| Ítem | 6M | Causas de baja productividad | Código | C01 | C02 | C03 | C04 | C05 | C06 | C07 | C08 | C09 | C10 | C11 | C12 | C13 | Frecuencia |
|------|----------------|-------------------------------|--------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------------|
| 1 | Medio Ambiente | Espacios inadecuados | C01 | | 5 | 3 | 3 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12 |
| 2 | Medio Ambiente | Desorden | C02 | 5 | | 1 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 |
| 3 | Maquinaria | Paradas de producción | C03 | 3 | 3 | | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 3 | 3 | 5 | 3 | 0 | 33 |
| 4 | Maquinaria | Alta vibración | C04 | 3 | 3 | 3 | | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 0 | 31 |
| 5 | Maquinaria | Falta de mantenimiento | C05 | 0 | 0 | 5 | 5 | | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 50 |
| 6 | Materiales | Repuestos Oxidados | C06 | 3 | 3 | 3 | 1 | 3 | | 0 | 0 | 3 | 3 | 0 | 1 | 0 | 20 |
| 7 | Materiales | Falta de repuestos | C07 | 0 | 0 | 5 | 5 | 5 | 3 | | 3 | 3 | 3 | 1 | 3 | 0 | 31 |
| 8 | Medición | Falta de historial de máquina | C08 | 0 | 1 | 3 | 3 | 0 | 0 | 0 | | 3 | 3 | 0 | 5 | 0 | 18 |
| 9 | Medición | Ausencia de medición | C09 | 0 | 3 | 3 | 3 | 3 | 0 | 0 | 5 | | 5 | 3 | 5 | 0 | 30 |
| 10 | Método | Procedimientos inadecuados | C10 | 0 | 5 | 5 | 5 | 5 | 3 | 3 | 5 | 5 | | 5 | 5 | 0 | 46 |
| 11 | Método | Mala regulación de máquinas | C11 | 0 | 3 | 5 | 5 | 5 | 3 | 3 | 5 | 5 | 5 | | 5 | 0 | 44 |
| 12 | Mano Obra | Personal sin capacitación | C12 | 0 | 0 | 5 | 5 | 5 | 0 | 0 | 3 | 3 | 5 | 3 | | 0 | 29 |
| 13 | Mano Obra | Personal insuficiente | C13 | 0 | 0 | 3 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | | 11 |

| Niveles de relación: | Nivel |
|----------------------|-------|
| Fuerte | 5 |
| Media | 3 |
| Débil | 1 |
| Sin relación | 0 |

Fuente: Elaboración propia.

Figura 4 Diagrama de causa - efecto de baja productividad en el área de mantenimiento de máquina herramienta de AIRTEC S.A.



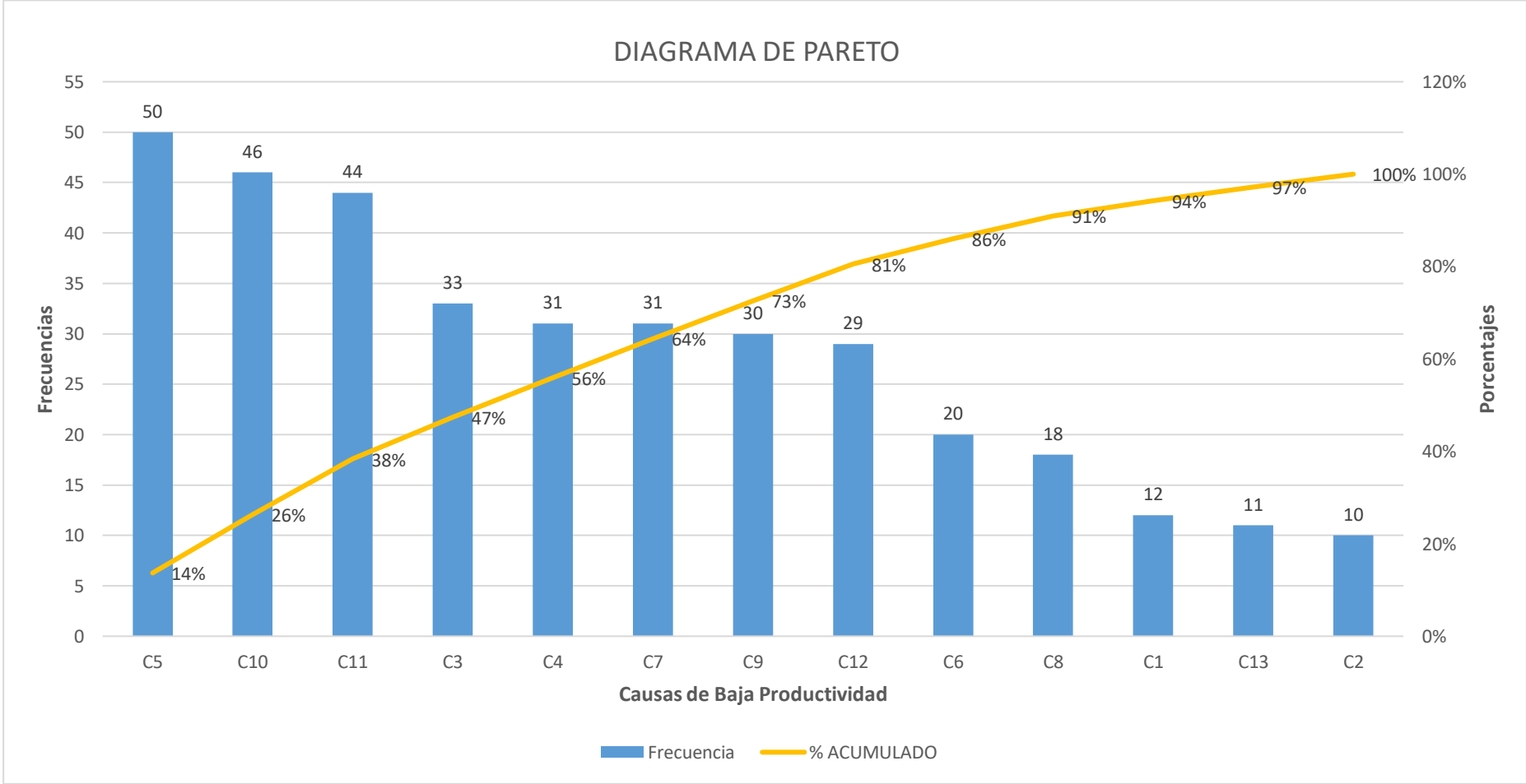
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4 Tabulación de datos causas de la baja productividad en el área de mantenimiento de máquinas herramienta de AIRTEC S.A.

| Ítem | 6M | Código | Causas de baja productividad | Frecuencia | Frecuencia Acumulada | Porcentaje Parcial | Porcentaje Total |
|---------|----------------|--------|-------------------------------|------------|----------------------|--------------------|------------------|
| 1 | Maquinaria | C05 | Falta de mantenimiento | 50 | 50 | 13.70% | 13.70% |
| 2 | Método | C10 | Procedimientos inadecuados | 46 | 96 | 12.60% | 26.30% |
| 3 | Método | C11 | Mala regulación de máquinas | 44 | 140 | 12.05% | 38.36% |
| 4 | Maquinaria | C03 | Paradas de producción | 33 | 173 | 9.04% | 47.40% |
| 5 | Maquinaria | C04 | Alta vibración | 31 | 204 | 8.49% | 55.89% |
| 6 | Materiales | C07 | Falta de repuestos | 31 | 235 | 8.49% | 64.38% |
| 7 | Medición | C09 | Ausencia de medición | 30 | 265 | 8.22% | 72.60% |
| 8 | Mano Obra | C12 | Personal sin capacitación | 29 | 294 | 7.95% | 80.55% |
| 9 | Materiales | C06 | Repuestos Oxidados | 20 | 314 | 5.48% | 86.03% |
| 10 | Medición | C08 | Falta de historial de máquina | 18 | 332 | 4.93% | 90.96% |
| 11 | Medio Ambiente | C01 | Espacios inadecuados | 12 | 344 | 3.29% | 94.25% |
| 12 | Mano Obra | C13 | Personal insuficiente | 11 | 355 | 3.01% | 97.26% |
| 13 | Medio Ambiente | C02 | Desorden | 10 | 365 | 2.74% | 100.00% |
| Totales | | | | 365 | | 100.00% | |

Fuente: Elaboración propia.

Figura 5 Diagrama de Pareto causas de la baja productividad en el área de mantenimiento de máquinas herramienta de AIRTEC S.A.



Fuente: Elaboración propia.

1.1.2 Productividad del área de mantenimiento de máquinas herramienta

En esta parte de la investigación empezaremos con una pregunta ¿Qué factores influyen negativamente en la productividad del Área Mantenimiento de Máquinas Herramienta de la empresa AIRTEC S.A., Callao 2018? Hay muchos factores que la determinan, desde la distribución de planta, capacitación de personal, el mantenimiento productivo total, manejo de indicadores de control para mejorar la productividad de la empresa.

Mejorar la productividad es reducir progresivamente: el número de fallas, número de mantenimientos correctivos; en consecuencia, es reducir el tiempo de parada de máquinas herramienta, paradas de horas hombre de operadores de máquinas herramienta. Podemos inferir que la productividad es tener máquinas herramienta siempre disponibles. Optimizar las horas hombre y horas máquina, tener más de tiempo de personal para realizar trabajos que den mayor valor agregado.

Los datos visualizan la realidad problemática que es la falta de mantenimiento y los procedimientos inadecuados del área de mantenimiento de máquinas herramienta, son el 26% de la baja productividad y representa el 74% de los problemas, que deben ser resueltos con suma urgencia, según el diagrama de Pareto (Ver Figura 5).

En el Diagrama de Causa - Efecto se enumera todos los factores que intervienen en la problemática de la baja productividad, según la categorización 6M. Algunas se pueden cuantificar, otras las mencionaremos, porque no tenemos registros de datos, que permitan identificar los indicadores de control. Por lo tanto, se muestra los factores que afectan negativamente a las máquinas herramientas, y estas afectan a la eficacia y eficiencia de la gestión de fabricación y servicio de mantenimiento.

1.2. Trabajos previos

1.2.1 Trabajos internacionales

ROJAS Rangel, María Fernanda. Tesis “Implementación de los pilares TPM (Mantenimiento Total Productivo) de mejoras enfocadas y mantenimiento autónomo, en la planta de producción OFIXPRES S.A.S.” Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga Escuela de Administración e Ingenierías Facultad de Ingeniería Industrial, Floridablanca 2011. (Rojas Rangel, 2011).

Implementaron la metodología TPM (Mantenimiento Total Productivo) donde usaron la técnica de las 5S y los 5 porqué para la aplicación del mantenimiento autónomo, analizaron la causa raíz de los problemas y planificando las metas para su mejora

El diseño de la investigación es no experimental de tipo descriptivo con un alcance transaccional, que buscaba medir y describir del estado del conocimiento de los colaboradores del TPM y del mantenimiento autónomo. La población fueron los integrantes en la planta de producción. La muestra fue de tipo censal, por la participación de todos los integrantes. El resultado fue positivo en cinco grupos, por problema de tiempo no se concluyó en otros cinco grupos.

La conclusión fue que cuando se implementó el a TPM , se crearon formatos de orden y aseo basados en la filosofía 5S, para fomentar la cultura en la compañía.

TOAPANTA Castro, Juan Carlos. Tesis “Mejoramiento de la producción de la empresa MIGPLAS de la ciudad de Guayaquil en el área de extrusión aplicando plan de mantenimiento autónomo basado en la filosofía TPM” Universidad de Guayaquil, Facultad de Ingeniería Industrial, Departamento Académico de Graduación Guayaquil – Ecuador, 2015.

Este estudio propuso un plan de mantenimiento autónomo en la empresa MIGPLAS, con el objetivo de mejorar la producción y reducir los desperdicios (Scrap), que son generados en el área de extrusión por muchos factores diferentes entre las principales tenemos por la falta de materia prima que obliga al uso de utilizar material reprocesado y que en ocasiones vienen contaminados.

El tipo de investigación fue exploratoria, , correlacional y explicativa, con el propósito de implementar el mantenimiento autónomo, como inicio del Mantenimiento Productivo Total (TPM), se utilizó la investigación de campo, se realizaron el muestreo no probabilístico, así como las observaciones directas en el muestreo que se realizó.

La población del estudio fue de 55 personas que laboraban en las instalaciones de la empresa MIGPLAS, distribuidas en sus instalaciones y en diferentes cargos. La muestra fue de 19 personas involucrados directamente en el proceso.

Las conclusiones fueron las siguientes: que el mantenimiento autónomo del TPM, logró disminuir los niveles de desperdicio y paralizaciones de las máquinas en estudio. Se modificaron instructivos y procedimientos de operación de máquinas, se elaboró la base de manuales, procedimientos e instructivos de la empresa. (Toapanta Castro, 2015).

JIMA Solano, Cristhian Alexander, Tesis “Diseño de un sistema integral de mantenimiento y seguridad industrial de las instalaciones y equipos para prácticas del centro de la madera de la universidad nacional de Loja”. Universidad Nacional de Loja Área de la Energía, Las Industrias y Los Recursos Naturales No Renovables Carrera de Ingeniería Electromecánica Loja – Ecuador 2015. (Jima Solano, 2015).

Esta investigación fue el diseño de un sistema integral de mantenimiento del Centro de la Madera, se utilizó métodos como la entrevista, cuestionarios, matriz de priorización, cuadros AMFE y sistemas de tiempos predeterminados.

El trabajo de investigación se dio en las instalaciones con cuatro trabajadores; tres personas en planta y uno personal administrativo, se les aplicó entrevistas y cuestionarios, para conocer la situación actual del mantenimiento de las máquinas y su respectivo plan de seguridad. Por lo tanto, la metodología de investigación fue aplicada, descriptivo de campo, de diseño preexperimental, correlacional y longitudinal.

Como resultado obtenido fue la implementación de un sistema integral de mantenimiento y seguridad industrial, se logró identificar los riesgos en el Centro de la Madera, tanto para los trabajadores, como y para los equipos.

Las conclusiones fueron que el mantenimiento de los equipos se hacía sin una planificación y no se cumplía con los requisitos de seguridad que exige la normativa del Ministerio de Relaciones Laborales. Diseñar un sistema integral de mantenimiento autónomo.

Se logró identificar los riesgos existentes y se planteó medidas correctivas con el propósito de reducirlos. Además de capacitar al personal para que reaccionen correctamente ante una emergencia y puedan tomar las medidas de seguridad necesarias.

CLARÁ Díaz, Oscar Antonio; DOMÍNGUEZ De Paz, Ralph Anthony; PÉREZ Medrano, Edwin Alberto. Tesis “Sistema de gestión de mantenimiento productivo total para talleres automotrices del sector público” Universidad de El Salvador, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela de Ingeniería Industrial Ciudad Universitaria, El Salvador, 2013.

El objetivo de esta investigación es un sistema de gestión de TPM, para tener mayor efectividad en sus operaciones. Recopilar información de los tipos de mantenimiento, basada en la información.

El diseño de la investigación fue preexperimental, de investigación fue descriptivo, documental, correlacional, en cuanto al nivel fue cuantitativo y cualitativo. Buscando la filosofía Mantenimiento Productivo Total. La población del estudio fue las instituciones del gobierno, que tienen talleres automotrices de mantenimiento. Se realizó entrevistas en cada institución, recopilando información primaria y secundaria.

En conclusión, según las encuestadas en la muestra llegan a un 58.86% de las entidades de gobierno.

MARTÍNEZ Sánchez, Ignacio. Tesis “Diseño de un modelo para aplicar el mantenimiento productivo total a los sectores de bienes y servicios” Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica. México D.F. 2009.

Su diseño es cuasi experimental de tipo aplicado, descriptivo, correlacional y transversal, de nivel cuantitativo, apoyado con diferentes técnicas como: Kaizen, Kanban, Mantenimiento Autónomo, Justo a Tiempo (JIT), Benchmarking, Control Total de Calidad, Cero Defectos, (Mejoramiento Continuo) entre otros.

La población de esta investigación fue 30 empresas en el sector productivo de bienes, que buscan mantener en buenas condiciones sus equipos, también las máquinas e instalaciones (que omite la fuente por confidencialidad).

Para obtener resultados el presente estudio propone que se implementen los pilares del TPM, de manera sostenida, persistiendo en la mejora de los procesos, promoviendo el cambio de actitud en el personal, puesto que el personal es el factor principal para que cambie los procesos, a través de la capacitación, motivación.

Las conclusiones fueron que funciono solo al inicio un 30%, donde el personal mejoró sus áreas de trabajo, individuales y equipos. Tuvo un cambio positivo y de colaboración, incluso algunos trabajadores lograron aplicar estos principios en sus casas.

1.2.2 Trabajos nacionales

ANTICONA Chicana, Robert Franklin; QUIROZ Cabañas, Einer. Tesis “Implementación de la metodología de mantenimiento progresivo para mejorar la productividad en la planta de producción de pañales Procter & Gamble, 2013 - 2015”. Universidad Privada del Norte Facultad de Ingeniería Industrial 2017.

El diseño a sido el preexperimental, el tipo fue aplicada y descriptivo, porque se orientó a conocer y comprender la problemática, para implementar el mantenimiento progresivo en el área de pañales. Se realizó un estudio detallado del problema, a partir del estudio independiente de las variables identificadas (independiente y dependiente). El nivel fue cuantitativo, han procedido a seleccionar, tanto en la etapa de recolección de la información, como en el análisis y procesamiento de datos.

La población del estudio fueron los indicadores de la planta de producción y la muestra fue los indicadores del área de fabricación de pañales. Estos datos fueron procesados por medio de la estadística descriptiva. Los resultados fueron el incremento de la confiabilidad, porque los problemas han sido solucionados donde se reducio en las frecuencias de descomposturas y de los costos. Respecto a la eficiencia, lograron disminuir el mantenimiento de un 45% a 29%, reducio el promedio de arranque vertical de 7.1 a 4.0.

En conclusión la implementación del mantenimiento progresivo tiene efectos positivos. En cuanto al arranque vertical el mantenimiento progresivo reduce los paros y el nivel de inventarios y fortaleció la capacidad del personal en el manejo diario, siendo controlados y logrando resultados eficaces y eficientes en todo el proceso.

VALENCIA Chaupis, Shirley Lisbet, “Aplicación del mantenimiento productivo total (TPM) para mejorar la productividad en la línea de fabricación de hilos acrílicos de la empresa hilados CHEVIOT E.I.R.L., San Juan de Lurigancho, 2016”. Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Industrial. Universidad Cesar Vallejo. Lima 2016.

En la investigación su diseño fue experimental, con la manipulación intencional de variable independiente para analizar los efectos la variable dependiente de control generado por el investigador. El tipo de investigación fue descriptiva y explicativa; respecto al nivel de investigación Además, por su alcance temporal fue longitudinal.

La población fue el área de hilandería, siendo una población es finita, porque se conocía como las operaciones de máquinas durante 30 días, en el que se obtuvo información. La muestra de la investigación fue tipo censal, se ha excluido los fines de semana con el propósito fin de estandarizar los datos.

Las conclusiones con la implementación fueron eliminando las causas de la baja productividad, incrementándose la eficacia y la eficiencia en la línea de fabricación. El personal logró ser capaces de brindar el mantenimiento a sus máquinas, cumpliendo con las distintas actividades.

ESTRADA Huamán, Madeleine Yanet. Tesis “Aplicación del mantenimiento productivo total (TPM) para mejorar la productividad en el área de mantenimiento en la empresa Corporación Logística & Transporte S.A.C., Lima, 2016”. Facultad de Ingeniería. Escuela Profesional de Ingeniería Industrial. Universidad César Vallejo, Lima 2017.

El objetivo de esta tesis fue que la aplicación del del área de mantenimiento en la empresa, consecuentemente aumentar la vida útil de la flota vehicular, minimizando las fallas de los vehículos.

Con un diseño preexperimental, de alcance longitudinal, de tipo aplicada, descriptivo y correlacional. Por su nivel descriptivo, fue describir las cualidades o situaciones importantes de personas o maquinarias, y un análisis explicativo para establecer la relación de causa y efecto. La población es la información de un mes . La muestra es igual a la población por lo que viene de tipo censal, se ha considerado un periodo de 30 días de operatividad de las 5 vehículo.

Las conclusiones fueron que la aplicación del TPM logra la reducción de las fallas en la vehicular. Y maximizar la eficiencia en un sistema de producción de servicios, porque mejoró la operatividad y disponibilidad de las unidades.

SALINAS Manrique, Emiliana Vanesa. Tesis “Aplicación del Total Productive Maintenance (TPM) para la mejora de la productividad en el área de mantenimiento, en la empresa Compañía Peruana de Ascensores S.A.”. Facultad de Ingeniería. Escuela Profesional de Ingeniería Industrial. Universidad Cesar Vallejo. Lima 2017.

Se formó un grupo para el trabajo experimental, aplicaron la pre prueba y post prueba. Con un alcance longitudinal, se recolectaron datos de diferentes periodos. El tipo de

investigación fue aplicada, descriptiva, correlacional y deductiva. El nivel de tipo cuantitativo, basado en los datos para demostrar la hipótesis.

Los resultados fueron positivos, donde implementan el TPM dentro del área de mantenimiento y la eficiencia después de la implementación ha aumentado, ha habido un mejor uso de los recursos.

Las conclusiones fueron que la aplicación del (TPM) mejora la Productividad del área de Mantenimiento. Asimismo, mejora la eficacia y eficiencia del área de Mantenimiento.

APONTE Chumacero, Carlos Javier. Tesis “Aplicación del mantenimiento productivo total para mejorar la productividad en el área de mantenimiento de los vehículos de carga en una empresa de transporte, Lima 2017”. Facultad de Ingeniería. Escuela Profesional de Ingeniería Industrial. Universidad César Vallejo. Lima 2017.

La presente tesis tenía el objetivo principal que el TPM mejora la productividad en el área de mantenimiento. Con un diseño cuasi experimental y se utilizó el diseño de pre prueba y post prueba con un solo grupo de series cronológicas. El tipo de investigación fue aplicada, explicativa que describe los conceptos o fenómenos o de la empresa y sus relaciones entre conceptos. El nivel de la investigación fue cuantitativo, procesar los datos recopilado. Su alcance temporal fue longitudinal.

La población en la presente investigación, fue la información, a lo largo de 24 semanas o seis meses. La muestra fue igual a la población.

En conclusión se dieron como resultados que se logró determinar como la aplicación mejora la productividad, la eficacia y eficiencia en el área de mantenimiento de vehículos de carga de una empresa de transportes.

1.3 Teorías relacionadas

1.3.1 Mantenimiento autónomo – Variable independiente

Según (Boero, 2012), “el mantenimiento Productivo Total radica en la excelencia contaste de las demandas productivas mediante la colaboración eficaz de todos los intérpretes. Examinando a las empresas como un procedimiento que compone hombres y

máquinas, se corresponde maximizar la existencia del procedimiento, con la disminución, en el largo periodo, de los costes en financiación” (p.82).

Para (Cuatrecasa, Lluís; Torrell, Francesca, 2010), el TPM aparece como un proyecto de dirección del mantenimiento efectivo y constituido, integrando a este el mantenimiento que se lleva a cabo por los trabajadores de fabricación, es decir, el mantenimiento independiente, asimismo de los que poseen elevados puestos en la fábrica con el termino de conseguir los objetivos proyectados por la entidad (p.31).

Por otro lado, (Rey Sacristán, 2001), comento que el TPM asegura el mantenimiento del estado de referencia, es decir se trata de inspeccionar, con un buen mantenimiento preventivo total, el estado de referencia de los equipos productos en cuanto a tiempo y parámetro de proceso, engrase, calidad y mecánicos. (Rey Sacristán, 2001, pp.59 - 60).

Los siete pasos del mantenimiento autónomo

Antes de implementar los siete pasos del mantenimiento autónomo es indispensable implementar las 5S son: SEIRI (Clasificar), SEITON (Ordenar), SEISO (Limpiar), SEIKETSU (Estandarizar) y SHITSUKE (Disciplina y control), que son principios básicos de la dirección de operaciones.

En la actualidad en el Perú, en algunas fábricas se aplican algunos de estos principios y de manera superficial. La dirección está más interesada en las apariencias hacia exterior, pintan partes de las instalaciones, omiten la limpieza interna, solo desmontan y mueven piezas. Luego de completar el entrenamiento, entender el concepto y de haber confirmado el hecho, se debe permitir al trabajador pasar a implementar los siete pasos del mantenimiento autónomo, que son los siguientes:

Paso 1. Limpieza inicial.

Paso 2. Contramedidas para las causas y efectos de la suciedad y el polvo.

Paso 3. Estándares de Limpieza y lubricación.

Paso 4. Inspección general.

Paso 5. Inspección autónoma

Paso 6. Organización y orden.

La tabla siguiente es un ejemplo de estándares de organización y orden:

con el equipo”. La tabla siguiente es un ejemplo de estándares de organización y orden:

Tabla 5 Tabla de temas y acciones.

| Ítem | Temas | Acciones |
|------|--|--|
| 1 | Responsabilidad de operarios | Organizar estándares para responsabilidades de operarios. Adherencia a los mismos. Registro de datos. |
| 2 | Trabajo | Promover operaciones organizadas y ordenadas. Control visual en procesos, productos, defectos, despilfarro y consumibles. |
| 3 | Útiles, plantillas y herramientas | Mantener a los útiles, plantillas y herramientas organizados. Rápida recuperación mediante el control visual. Establecer estándares de reparaciones y precisión. |
| 4 | Instrumentos de medida y mecanismos a prueba de errores. | Inventariar instrumentos de medida y mecanismos a prueba de errores. Asegurar que funcionen apropiadamente. Inspeccionar y corregir el deterioro. Fijar estándares de inspección. |
| 5 | Precisión del equipo | Los operarios deben verificar la precisión del equipo (respecto a su influencia en la calidad). Estandarizar los procedimientos. |
| 6 | Operación y tratamiento de anomalías | Establecer y verificar las operaciones. Preparaciones/ajustes, condiciones de proceso. Estandarizar chequeos de calidad. Mejorar la capacidad de resolución de problemas. |

Fuente: SPCGROUP.

Paso7. Implantación plena del mantenimiento autónomo.

1.3.2 Productividad – Variable dependiente

Según GUTIÉRREZ, Humberto (2014, pp. 20 - 21), menciona que: En su totalidad, la productividad se evalúa por el cociente constituido por los resultados exitosos y los recursos utilizados. Los resultados pueden evaluarse en unidades elaboradas, en trozos vendidos o beneficios, por el contrario, los bienes empleados pueden cuantificarse por número de trabajadores, tiempo total empleado, horas maquinarias, etc.

En otras palabras, la medición de la productividad resulta de valorar adecuadamente los recursos aprovechados para elaborar o suscitar aquellos resultados. El primero es básicamente la vinculación entre el resultado logrado y los resultados aprovechados. Productividad se puede expresar en la siguiente fórmula:

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Tiempo total}}$$

La Productividad se expresa como la optimización consecutiva del proceso. Es más, se tiene la idea de que es producir velozmente, es mejor entender que cuando se dice productividad, realmente se hace referencia a la producción más óptima. Es decir, es la optimización de los procesos y los costos.

Dimensiones de la Productividad

Definición de Eficacia

Según (Gutiérrez Pulido, 2014) expone que es el nivel en que se ejecutan las tareas planeadas y se logran los efectos proyectados. La eficacia se obtiene con la estrategia de alcanzar el resultado que se quiere o se desea (p. 20).

Para la siguiente formula Heredia (2013. p. 47) en su libro plasma lo siguiente:

$$\text{Eficacia} = \text{Promedio Servicio Realizado Diario} = \frac{\text{Tiempo de Servicio Realizado a Diario}}{\text{Tiempo de Servicio Programado a Diario}} \times 100$$

Definición de Eficiencia

Según, GUTIÉRREZ Pulido, (2014, p.3), el universo de transformaciones y requerimientos que lo ha provocado la internacionalización, de la cual se hace mayor nombramiento, originando desafíos hacia el individuo dentro de sus labores; que requiere de progreso y modificaciones para adecuar con aprobación a un planeta que se transforma. Por consiguiente, la eficacia es la vinculación en medio del resultado logrado y los recursos empleados.

Para FLEITMAN, Jack (2008), indica que la eficiencia se apoya en la evaluación de los ahínco establecidos con el fin de alcanzar las metas. El tiempo, el costo, el uso apropiado de los elementos e individuos, finalizar con la calidad recomendada, componen piezas relativas a la eficiencia (p. 98).

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Tiempo de Operación Real de Máquina}}{\text{Tiempo de Operación Programado de Máquina}} \times 100$$

Factores para Medir la Productividad

La productividad requiere de tres factores fundamentales:

Factor Capital En toda institución se requiere capital, para hacer los cambios en: infraestructura, capacitación, cambios de tecnología, envases, embalajes y de equipos de distribución.

Factor Recurso Humano Toda gestión es vital, no por su esfuerzo físico sino por su desarrollo personal y profesional.

Factor Tecnológico El avance tecnológico ocurre en los equipos, en los aplicativos, en los requerimientos de control y estandarización de las nemotecnias. En el caso del uso de los aplicativos, surgen nuevos requerimientos o quedan obsoletos

1.3.3 Conceptos relacionados

Pilares del mantenimiento productivo total (TPM)

De acuerdo a GOMEZ (2001). Manifiesta que: Los pilares del TPM son:

Pilar No 01: Mejoras enfocadas

Pilar No 02: Mantenimiento Autónomo

Pilar No 03: Mantenimiento planificado

Se divide en tres, el cual podremos apreciarlo mediante la siguiente tabla 2:

Tabla 6 Objetivos del mantenimiento planificado

| MANTENIMIENTO PLANIFICADO | | |
|---|---|---|
| Dar prioridad a las tareas de mantenimiento preventivo. | Establecer un programa de mantenimiento efectivo para equipos y procesos. | Llegar a alcanzar una máxima eficiencia en términos económicos para la gestión del mantenimiento, en otras palabras, el mantenimiento y su coste se ajuste a cada equipo. |

Fuente: Elaboración propia

Para CARCEL, (2014) Informa que:

Pilar No 4: Capacitación

Pilar No 5: Control inicial

Pilar No 6: Mantenimiento de calidad

Pilar No 7: Departamento de apoyo

Pilar No 8: Seguridad, Higiene y Medioambiente

Como complemento de los 8 pilares, a continuación, se podrá visualizar mediante la siguiente figura, el orden de los pilares según Cárcel J, (2014):

Figura 1 Pilares básicos del TPM



Fuente: Elaboración propia

Directrices básicas del TPM

Según CUATRECASAS, Luis (2012, p.673) En particular se extenderá a:

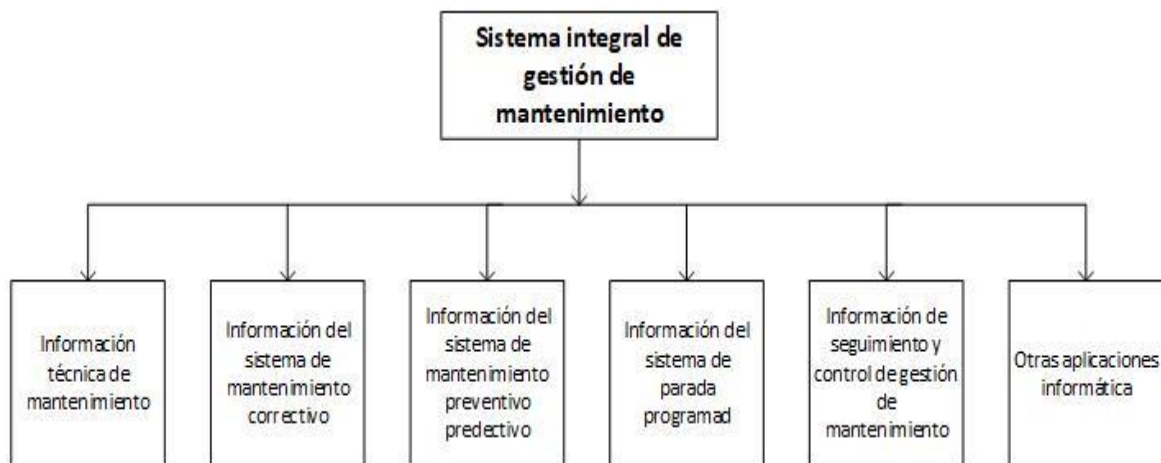
Mantenimiento preventivo PM.

Mantenimiento Autónomo MA.

Previsión de mantenimiento MP.

Mejora de mantenibilidad MI.

Figura 2 Sistema integral de gestión de mantenimiento



Fuente: CUATRECASAS, Luis (2012)

¿Qué es el control de la productividad?

El control de la productividad es la verificación de los resultados, en su eficacia y eficiencia. Que está expresado en cantidad, calidad, al menor costo y en el menor tiempo posible, con los mismos recursos. Se hace a través de los indicadores, sean estos numéricos o categóricos. (Gutiérrez Pulido, 2014).

¿Se puede medir la productividad?

La medición de la productividad:

1. No se debe evaluar en forma individual, sino como un conjunto. Los resultados por separado, sólo tendremos información de esa área. Los directivos deben tener una visión completa del negocio.
2. Si no hay un encargado de las estadísticas, se debe crear ese puesto. Será el encargado de desarrollar los indicadores de productividad y actualizarlos.
3. Conectar las áreas de la empresa.
4. Tendremos que ir sacando datos periódicamente. (Billage, 2015).

Tipos de productividad

Productividad laboral.

Productividad total.

Productividad marginal.

1.4 Formulación del problema

1.4.1 Problema general

¿De qué manera la aplicación del mantenimiento autónomo incrementará la productividad en el Área de Mantenimiento de máquinas herramienta de la empresa AIRTEC S.A., Callao 2018?

1.4.2 Problemas específicos

Problema específico 1

¿De qué manera la aplicación del mantenimiento autónomo y la capacitación de personal incrementará la eficacia en el Área de Mantenimiento de máquinas herramienta de la empresa AIRTEC S.A., Callao 2018?

Problema específico 2

¿De qué manera la aplicación del mantenimiento autónomo y la capacitación de personal incrementará la eficiencia en el Área de Mantenimiento de máquinas herramienta de la empresa AIRTEC S.A., Callao 2018?

1.5 Justificación del estudio

1.5.1 Justificación teórica

Para VALDERRAMA, Santiago (2015), indica que: Hace referencia a la intranquilidad que nace por parte del indagador por ahondar en uno o más direcciones teóricas que presentan el inconveniente del desarrollo. Desde de esas ópticas, se espera prosperar en el conocimiento planteado o hallar nuevas definiciones que cambien o añaden el conocimiento inicial (p.140).

En el presente estudio se anhela profundizar los conocimientos con respecto a la técnica de las 5S, al mantenimiento autónomo, los siete pasos del mantenimiento autónomo, el TPM y la productividad.

1.5.2 Justificación práctica

En el campo de la práctica, es necesario saber relacionar la teoría y la práctica, para comprobar la teoría. Ayuda a resolver problemas o propone estrategias que al aplicarse contribuirían a resolverlo. (Bernal Torres, 2010).

La presente investigación, describe las causas de la baja productividad del Área de Mantenimiento de Máquinas Herramienta de la empresa AIRTEC S.A, Callao 2018, describe cada dimensión que afecta en forma negativa a la productividad.

1.5.3 Justificación metodológica

Es elegir el método de la investigación, que permitirá determinar las causas de la baja productividad. Respetando los protocolos metodológicos, al momento de aplicar los procedimientos, mantener la rigurosidad científica, según la realidad problemática.

1.6 Hipótesis.

1.6.1 Hipótesis general

La aplicación del mantenimiento autónomo incrementa la productividad en el Área de Mantenimiento de máquinas herramientas de la empresa AIRTEC S.A. Callao 2018.

1.6.2 Hipótesis específicas

Hipótesis específica 1:

La aplicación del mantenimiento autónomo y la capacitación de personal incrementa la eficacia en el Área de Mantenimiento de máquinas herramienta de la empresa AIRTEC S.A. Callao 2018.

Hipótesis específica 2:

La aplicación del mantenimiento autónomo y la capacitación de personal incrementa la eficiencia en el Área de Mantenimiento de máquinas herramienta de la empresa AIRTEC S.A. Callao 2018.

1.7 Objetivos

1.7.1 Objetivo general

Determinar que la aplicación del mantenimiento autónomo incrementa la Productividad en el Área de Mantenimiento de máquinas herramienta de la empresa AIRTEC S.A. Callao 2018.

1.7.2 Objetivos específicos

Objetivo específico 1:

Determinar que la aplicación del mantenimiento autónomo y la capacitación de personal incrementa la eficacia en el Área de Mantenimiento de máquinas herramienta de la empresa AIRTEC S.A. Callao 2018.

Objetivo específico 2:

Determinar que la Aplicación del mantenimiento autónomo y la capacitación de personal incrementa la Eficiencia en el Área de Mantenimiento de máquinas herramienta de la empresa AIRTEC S.A. Callao 2018.

II. MÉTODO

2.1 Diseño, Tipo y Nivel de la investigación

A este conjunto de diseño, tipo y nivel se le denomina método de la investigación del tema elegido, también se le denomina método de investigación. La elección de forma de investigar será el que oriente al investigador para la elección de técnica de recolección de dato, de los instrumentos de la investigación.

En esta investigación, haciendo una sinopsis del método de investigación, podemos decir que: Es pre experimental con enfoque descriptivo o explicativo, porque describe las causas de la baja productividad.

El tipo de la investigación es aplicado y deductivo, porque busca resolver el problema de la baja productividad.

El nivel es cuantitativo, porque utiliza el número de fallas de las máquinas herramienta. Se refiere a la productividad del área de mantenimiento de máquinas herramienta de la empresa AIRTEC S.A. Callao 2018.

2.1.1 Diseño de la investigación

El diseño de la presente investigación es pre experimental con enfoque descriptivo o explicativo. Porque se describe las causas de la baja productividad del área de mantenimiento de máquinas herramienta de la empresa AIRTEC S.A. Callao 2018.

2.1.2 Tipo de investigación

Es aplicada y deductiva que busca solucionar el problema, ya que “El interés de la investigación aplicada es práctico pues sus resultados son utilizados inmediatamente en la solución de problemas de la realidad” (Vara Horna, 2015).

2.1.3 Nivel de la investigación

Es cuantitativo, porque, “Los diseños descriptivos se usan para medir cuantitativamente las variables de una población con el fin de obtener índices matemáticos, como índices de correlación, porcentajes y frecuencias”. (Vara Horna, 2015).

2.2 Variables, Operacionalización de variables

2.2.1 Definición conceptual de mantenimiento autónomo

Según la definición conceptual de la tabla 7.

2.2.2 Definición conceptual de productividad

Según la definición de la tabla 8.

2.2.3 Definición conceptual de dimensión

Las dimensiones se definen como “*muchos rasgos y características que son importantes*” (Westgard, 2013).

Las dimensiones son también denominadas características o componentes de las variables, en su más amplia acepción. Según el Diccionario de Lengua Española (DEL), es aspecto o faceta de algo.

2.2.4 Operacionalización de variables

En seguida, se realiza la operacionalización de la variable independiente Mantenimiento Autónomo y de la variable dependiente Productividad. (Ver Tabla 7 y 8).

Tabla 7 Matriz de operacionalización de la variable independiente

| Variable Independiente | Definición conceptual | Definición operacional | Dimensiones | Indicadores | Fórmulas | Escala |
|------------------------|---|---|--------------------------|---|---|--------|
| MANTENIMIENTO AUTÓNOMO | REY S, Francisco (2001), define como “El conjunto de disposiciones técnicas, medios y actuaciones que permite garantizar que las máquinas, instalaciones y organización que conforman un ‘proceso básico’ o línea de producción, pueden desarrollar el trabajo que tienen previsto en un plan de producción en constante evolución por la aplicación de la mejora continua” (pág. 59) | El mantenimiento autónomo está basado en la confiabilidad y disponibilidad de las máquinas herramienta. Que son controlados los Índices de confiabilidad del servicio de MA. Así como, por el Índice de disponibilidad, para controlar, medir la disponibilidad, efectividad y calidad del servicio, con el propósito de incrementar la productividad en el área de mantenimiento de la empresa AIRTEC S.A. | Disponibilidad | Índice de Disponibilidad de Maquinaria (IDM). | $IDM = ((HTO - HPM) / HTO) \times 100$ <p>IDM: Índice Disponibilidad de Maquinaria. HPM: Horas de Parada de Mantenimiento. HTO: Horas Totales de Operación.</p> | Razón |
| | | | Capacitación de Personal | Operativa | $\sum_{i=m}^n x_i = x_m + x_{m+1} + x_{m+2} + \dots + x_n$ | Número |
| | | | | Administrativa | $\sum_{i=m}^n x_i = x_m + x_{m+1} + x_{m+2} + \dots + x_n$ | Número |
| | | | | Motivacional | $\sum_{i=m}^n x_i = x_m + x_{m+1} + x_{m+2} + \dots + x_n$ | Número |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8 Matriz de operacionalización de la variable dependiente

| VARIABLE | DEFINICIÓN CONCEPTUAL | DEFINICIÓN OPERACIONAL | DIMENSIONES | INDICADORES | FORMULAS | ESCALA DE MEDICIÓN |
|----------------------|--|--|-------------|--|--|--------------------|
| Productividad | La productividad tiene que ver con la obtención de resultados un proceso o un sistema, Reduciendo costo y tiempo. (Gutiérrez Pulido Humberto y De la Vara Salazar Román, 2009) | La productividad se medirá mediante sus dimensiones eficiencia y eficacia, con sus indicadores respectivos. Se utilizará los datos recolectados aplicando los estadísticos descriptivos ampliamente aceptados. | Eficacia | Promedio del Servicio Realizado Diario (PSRD) | $PSRD = \frac{TSRD}{TSPD} \times 100$ <p>PSRD: Promedio del Servicio. TSRD: Tiempo del Servicio Realizado Diario. TSPD: Tiempo del Servicio Programado.</p> | Razón |
| | | | Eficiencia | Promedio General de Operación de Maquinaria (PGOM) | $PGOM = \frac{TORM}{TOPM} \times 100$ <p>PGM: Promedio General de Operación de Maquinaria. TORM: Tiempo de Operación Real de Maquinaria TOPM: Tiempo de Operación Programada Maquinaria.</p> | Razón |

Fuente: Elaboración Propia

2.3 Población y Muestra

2.3.1 Población

Según (Hernández Sampieri Roberto, Fernández Collado Carlos, Baptista Lucio Pilar, 2014 p,24). La “Población o universo (es) conjunto de todos los casos que concuerdan con determinadas especificaciones”. Tomado en consideración lo descrito en los párrafos precedentes, la población fue la empresa AIRTEC S.A. Callao 2018.

2.3.2 Muestra

“En este sentido, una muestra representativa es aquella que por su tamaño y características similares a las del conjunto”. (Arias, 2012).

Por lo tanto, la muestra fue el área de mantenimiento de máquinas herramienta de la empresa AIRTEC S.A. Callao 2018.

2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, Validez y Confiabilidad

Se dan en los siguientes:

2.4.1 Técnicas para la recolección de datos

Definir las técnicas de recolección de datos, es de suma importancia, porque permite Clasificar, organizar y descartar la información, de acuerdo al diseño, tipo y nivel de la investigación, porque dará sustento al estudio.

2.4.2 Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos de recolección de datos son: los reportes mensuales de fallas, reportes mensuales de mantenimientos correctivos, reportes mensuales de las fichas de los cinco porque de cada máquina herramienta y el resumen anual de actividades de mantenimiento, en las hojas electrónicas (Excel) de la empresa AIRTEC S. A. Callao 2018.

2.4.3 Validez

El concepto de “La validez, es el grado en que un instrumento realmente mide la variable la que pretende medir.” (Vara Horna, 2015).

2.4.4 Confiabilidad

La confiabilidad se relaciona con la consistencia, estabilidad y predictibilidad de la información” (Carrasco Díaz, 2008).

2.5 Métodos de análisis de datos

2.5.1 Análisis descriptivo

En consecuencia, la estadística descriptiva es: recolectar, procesar, presentar y analizar los datos. Las medidas estadísticas descriptivas son de amplio conocimiento, consenso y experiencia, no necesitan realizar análisis de validez y fiabilidad. El uso descriptivo de la estadística está demostrado científicamente.

En este estudio se describe las dimensiones del Mantenimiento Autónomo (variable independiente) y la Productividad (variable dependiente), son descritos tal cómo se manifiestan y relacionan en cada proceso, que ayuda a diagnosticar las causas y los efectos de los mismos. Asimismo, permite visualizar las alternativas de solución a los problemas del Mantenimiento Autónomo en la empresa AIRTEC S.A. Callao 2018.

2.5.2 Análisis inferencial

Se usará la estadística inferencial, para generalizar las características observadas en el Área de Mantenimiento de Máquinas Herramienta de la empresa AIRTEC S.A. Callao 2018.

2.6 Aspectos éticos

En la elaboración de esta investigación titulado: “Aplicación del Mantenimiento Autónomo para incrementar la Productividad en el Área de Mantenimiento de Máquinas Herramienta de la empresa AIRTEC S.A., Callao 2018”.

Como profesional la información consignada es real y el uso de las fuentes bibliográficas están debidamente referenciadas y citadas, puesto que dichas fuentes dan el soporte teórico. Las tablas, las gráficas y los diagramas son reales.

2.7 Desarrollo de la propuesta

2.7.1 Diagnostico de la situación actual

En la empresa AIRTEC S.A., no se practica el mantenimiento autónomo, porque el personal no está capacitado para hacerlo, tampoco se practica el mantenimiento progresivo o mantenimiento preventivo, hasta que se presenta el fallo en las máquinas

herramienta, paralizando el proceso productivo. Al paralizar la producción afecta a los clientes (Ver Anexo 7).

El mal rendimiento se observa como la falta de mantenimiento autónomo del Área de Mantenimiento de máquinas herramienta, afecta la eficacia y eficiencia (Productividad) de la empresa (Ver Tabla 3).

Esta correlación establece la frecuencia de ocurrencia de los problemas, porque las causas se correlacionan o son interdependientes, la puntuación asignada indica cuáles son los problemas más críticos

La clasificación 6M (Ver Tabla 2) y (Diagrama de Ishikawa, Ver figura 4) en el que se grafica esa correlación de las causas de la baja productividad de la empresa AIRTEC S.A., Callao 2018. Que a continuación se enumera considerando su importancia.

Las más importantes causas son: Espacios inadecuados, Desorden, Paradas de producción, alta vibración, , repuestos oxidados, Falta de repuestos, Falta de historial de máquina, Ausencia de medición, Procedimientos inadecuados, Mala regulación de máquinas, Personal sin capacitación y Personal insuficiente (Ver Tabla 2).

Las máquinas herramienta, no tiene el respectivo checklist, para efectuar los mantenimientos, no existe el historial de mantenimiento: autónomo, preventivo o correctivo de cada máquina herramienta.

No hay un cronograma de mantenimiento preventivo que se cumple, por falta de repuestos, repuestos oxidados. También, se ha elaborado la tabulación de datos (Ver Tabla 4) y con estos datos se elaborado el Diagrama de Pareto (Ver Figura 5).

Asimismo, se ha detectado errores de diseño en el proceso de fabricación, incrementando los costos de fabricación, en horas-máquina improductivas, horas-hombre improductivas, también es causa de la baja productividad.

Por otro lado, la empresa hasta el momento no tiene documentado en forma detallada los procesos y procedimientos de mantenimiento de las máquinas herramienta, que facilite los mantenimientos preventivos y mantenimientos correctivos, se añade que no tiene personal capacitado y la cantidad de personas es insuficiente.

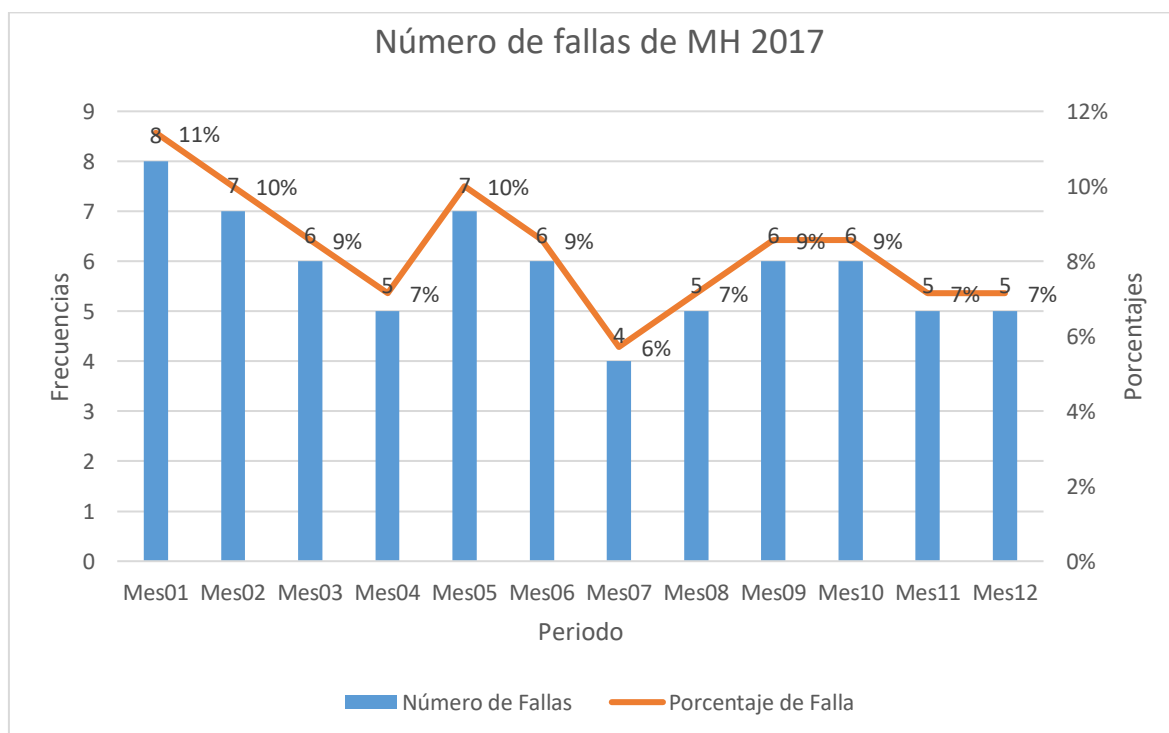
Tabla 9 Número de fallas de máquinas herramienta en el 2017

| Periodo | Número de Fallas | Porcentaje de Falla | Acumulado Número de Fallas | Acumulado de porcentaje |
|---------|------------------|---------------------|----------------------------|-------------------------|
| Mes01 | 8 | 11% | 8 | 11% |
| Mes02 | 7 | 10% | 15 | 21% |
| Mes03 | 6 | 9% | 21 | 30% |
| Mes04 | 5 | 7% | 26 | 37% |
| Mes05 | 7 | 10% | 33 | 47% |
| Mes06 | 6 | 9% | 39 | 56% |
| Mes07 | 4 | 6% | 43 | 61% |
| Mes08 | 5 | 7% | 48 | 69% |
| Mes09 | 6 | 9% | 54 | 77% |
| Mes10 | 6 | 9% | 60 | 86% |
| Mes11 | 5 | 7% | 65 | 93% |
| Mes12 | 5 | 7% | 70 | 100% |
| | 70 | 100% | | |

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 9, se observa, que en el año 2017 han ocurrido 70 fallas de diferentes tipos en las diferentes máquinas herramienta, en la Figura 6 se muestra gráficamente las fallas por cada mes.

Figura 6 Gráfica de fallas en el 2017



Fuente: Elaboración propia.

Costos horas máquina herramienta y horas hombre perdidos.

Estas fallas de las máquinas herramienta y las horas hombre perdidos, tienen un costo económico (Ver Tablas 10, 11 y 12) que afecta a la disponibilidad de las máquinas herramienta y a la productividad del área de mantenimiento de máquinas herramienta y en consecuencia afecta la productividad de la empresa.

Tabla 10 Costos de fallas de las máquinas herramienta.

| Máquina Herramienta | Código MH | Frecuencias | Días de reparación | Costo Hora MH | Costo Día MH |
|---------------------|-----------|-------------|--------------------|---------------|--------------|
| Cepillo de Codo 01 | MH08 | 9 | 4 | \$ 30.00 | \$ 960.00 |
| Fresadora 01 | MH09 | 8 | 6 | \$ 40.00 | \$ 1,920.00 |
| Torno 01 | MH01 | 8 | 15 | \$ 32.00 | \$ 3,840.00 |
| Torno 02 | MH02 | 6 | 4 | \$ 32.00 | \$ 1,024.00 |
| Torno 03 | MH03 | 7 | 5 | \$ 32.00 | \$ 1,280.00 |
| Torno 04 | MH04 | 9 | 12 | \$ 30.00 | \$ 2,880.00 |
| Torno 05 | MH05 | 8 | 4 | \$ 30.00 | \$ 960.00 |
| Torno 06 | MH06 | 8 | 5 | \$ 26.00 | \$ 1,040.00 |
| Torno 07 | MH07 | 7 | 9 | \$ 28.00 | \$ 2,016.00 |
| Totales | | 70 | 64 | | \$ 15,920.00 |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 11 Costos de parada de horas hombre en el 2017.

| Apellido y nombres | Operador | Sueldo | Costo Hora Hombre | Costo Dia Hombre | Días de reparación | Costo en HH |
|-------------------------|----------|--------------|-------------------|------------------|--------------------|-------------|
| Falla Diaz Oswaldo | MH01 | S/ 2,600.00 | S/ 10.83 | S/ 86.67 | 15 | S/ 1,300.00 |
| Cueva Trejo Jorge | MH04 | S/ 2,600.00 | S/ 10.83 | S/ 86.67 | 12 | S/ 1,040.00 |
| Colchado Cegarra Willy | MH07 | S/ 2,300.00 | S/ 9.58 | S/ 76.67 | 9 | S/ 690.00 |
| Cevallos Zacarias Eddy | MH09 | S/ 2,300.00 | S/ 9.58 | S/ 76.67 | 6 | S/ 460.00 |
| Castillo Quiñones Joel | MH03 | S/ 1,700.00 | S/ 7.08 | S/ 56.67 | 5 | S/ 283.33 |
| Tufiño Huamán Roland | MH06 | S/ 1,700.00 | S/ 7.08 | S/ 56.67 | 5 | S/ 283.33 |
| Cornejo Herrera David | MH02 | S/ 1,600.00 | S/ 6.67 | S/ 53.33 | 4 | S/ 213.33 |
| Domínguez Pineda Miguel | MH08 | S/ 1,300.00 | S/ 5.42 | S/ 43.33 | 4 | S/ 173.33 |
| José Cahuana Morales | MH05 | S/ 1,300.00 | S/ 5.42 | S/ 43.33 | 4 | S/ 173.33 |
| Totales | | S/ 17,400.00 | | | | S/ 4,616.67 |

Fuente: Elaboración propia.

El costo total por fallas asciende a la suma de \$ 15,920.00 dólares americanos, al tipo de cambio de S/ 3.30 en moneda nacional asciende a S/ 52,536.00, sumado las horas hombre perdidos asciende a S/ 57,152.67 en moneda nacional (Ver Tabla 12).

Tabla 12 Costo total de parada de máquina herramienta y horas hombre.

| Máquina Herramienta | Código | Días de reparación | Costo de parada MH | Costo de parada HH | Costo total de parada |
|---------------------|--------|--------------------|--------------------|--------------------|-----------------------|
| Torno 01 | MH01 | 15 | S/. 12,672.00 | S/. 1,300.00 | S/. 13,972.00 |
| Torno 04 | MH04 | 12 | S/. 9,504.00 | S/. 1,040.00 | S/. 10,544.00 |
| Torno 07 | MH07 | 9 | S/. 6,652.80 | S/. 690.00 | S/. 7,342.80 |
| Fresadora 01 | MH09 | 6 | S/. 6,336.00 | S/. 460.00 | S/. 6,796.00 |
| Torno 03 | MH03 | 5 | S/. 4,224.00 | S/. 283.33 | S/. 4,507.33 |
| Torno 06 | MH06 | 5 | S/. 3,432.00 | S/. 283.33 | S/. 3,715.33 |
| Torno 02 | MH02 | 4 | S/. 3,379.20 | S/. 213.33 | S/. 3,592.53 |
| Cepillo de Codo 01 | MH08 | 4 | S/. 3,168.00 | S/. 173.33 | S/. 3,341.33 |
| Torno 05 | MH05 | 4 | S/. 3,168.00 | S/. 173.33 | S/. 3,341.33 |
| Totales | | 64 | S/. 52,536.00 | S/. 4,616.66 | S/. 57,152.66 |

Fuente: Elaboración propia.

Estos costos perdidos son en el área de mantenimiento de máquinas herramienta, una parada de una máquina herramienta afecta a todo el proceso de fabricación. Todo este costo es por falta de capacitación al personal que operan las máquinas herramienta, estableciendo estándares de gestión y control.

2.7.2 Propuesta de mejora

Se utilizará la aplicación del Mantenimiento Autónomo de las Máquinas Herramienta, utilizando dos técnicas, el primero es aplicar la técnica de las 5S, la segunda es aplicar las siete fases (pasos) del mantenimiento autónomo. En la realidad problemática se ha detectado el desorden y la falta de mantenimiento autónomo. Asimismo, se ha detectado la falta de capacitación del personal en el Área de Mantenimiento de Máquinas Herramienta de la empresa AIRTEC S.A. Tal como se muestra en las causas de la baja productividad. (Ver Tabla 3).

El objetivo es tener disponibilidad de las máquinas herramienta. La recopilación de información permite la aplicación de la técnica de las 5S, para lograr el Mantenimiento Autónomo. Luego, se establecerá los indicadores de control de disponibilidad de las

máquinas herramienta para tener una mejor productividad en el Área de Mantenimiento de Máquinas Herramienta en la empresa AIRTEC S.A. Callao 2018.

2.7.3 Implementación de la propuesta

La propuesta se basa en una matriz de correlación de las causas de la baja productividad, estableciendo el nivel de relación según la Tabla 2, estos niveles se especifican en la misma Tabla 2.

Se ha elaborado una tabulación de datos (Ver Tabla 4), con la que se hizo el diagrama de Pareto (Ver Figura 5), en la que se puede observar los niveles de correlación entre las causas, de mayor frecuencia a menor frecuencia, que permiten priorizar la implementación de la propuesta.

Asimismo, se ha estratificado las causas de la baja productividad por área, es decir a qué área le corresponde cada causa, acumulando sus frecuencias, que ayudan organizarlo y definir a quién le corresponde realizar la mejora continua.

Con la matriz de correlación de causas de la baja productividad, se ha elaborado las alternativas y criterios de solución, con estos datos se hizo una matriz de priorización de las causas de la baja productividad a ser solucionados. A continuación, se describe cada una de la mencionadas.

Se iniciará con la capacitación de personal del área de mantenimiento de máquinas herramienta y con los operarios de las máquinas herramienta, en la aplicación de la técnica de las 5S y las siete fases del mantenimiento autónomo (Ver Anexo 9 y 10).

Estratificación y priorización por Áreas de las causas de la baja productividad

La matriz de correlación de causas visualiza con claridad las áreas comprometidas con la baja productividad del área de mantenimiento de máquinas herramienta. La frecuencia de fallas en cada en área, permite estratificar y hacer la priorización de soluciones (Ver Tabla 9) y la gráfica de estratificación (Ver Tabla 10 y Figura 14).

La estratificación se realiza según el puntaje de cada área, el área que tiene el más alto puntaje tiene la primera prioridad en la solución, en este caso el área de mantenimiento tiene 252 puntos, el área de gestión 73 puntos y el área de recursos humanos tiene 40 puntos (Ver Tabla 18).

Por lo tanto, la prioridad de la solución la tiene el área mantenimiento de máquinas herramienta, debido a que personal operativo requiere más capacitación adicional de instaurar la técnica de las 5S y siete pasos del mantenimiento autónomo.

Implementación de la Solución.

Es una respuesta a las causas de la baja productividad del área de mantenimiento de las máquinas herramienta. Estas causas se han clasificado o estratificado por áreas, para darle mayor prioridad a los problemas más críticos.

La implementación de la solución reducirá los costos perdidos por parada de las máquinas herramienta y de los costos de horas hombre no utilizados. En consecuencia, incrementará la disponibilidad de las máquinas herramienta, en consecuencia, se incrementará la productividad del área y de la empresa.

El proceso de implementación de la solución del mantenimiento autónomo en el Área de Mantenimiento de máquinas herramienta de AIRTEC S.A., consiste en capacitar al personal en los siguientes temas:

a) Indicadores de disponibilidad

- Tiempo de servicio de la máquina herramienta.
- Tiempo programado de la máquina herramienta.
- Promedio del mantenimiento autónomo.
- Número de horas disponible de máquina herramienta.
- Número de horas utilizadas de máquina herramienta.

b) Capacitación de Personal

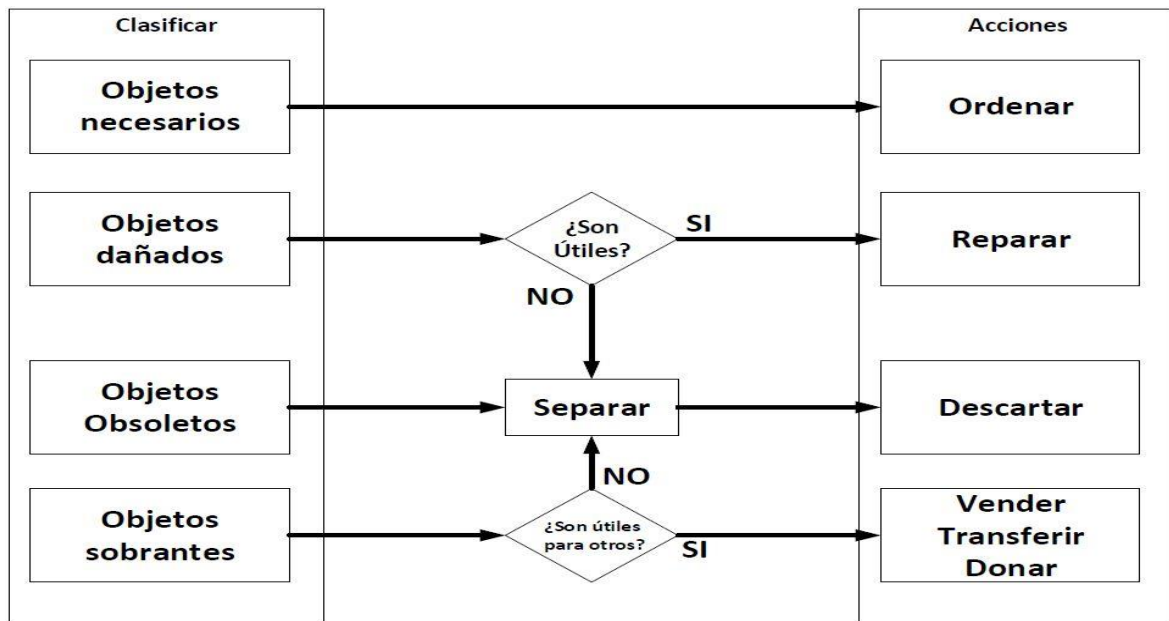
La capacitación de personal, tiene un efecto inmediato en el mantenimiento autónomo y en el incremento de la productividad. Porque las máquinas herramienta tienen mayor disponibilidad.

El personal es capacitado en:

- Indicadores de gestión.
- Uso y manejo de formatos.
- Elaboración de informes diarios y mensuales.
- Perfeccionar los instructivos.
- Mejorar los procedimientos.

- Prevenir las fallas.

Figura 7 Diagrama de la técnica de las 5S en el mantenimiento autónomo



Fuente: Elaboración propia.

Diagrama de Gantt de la implementación

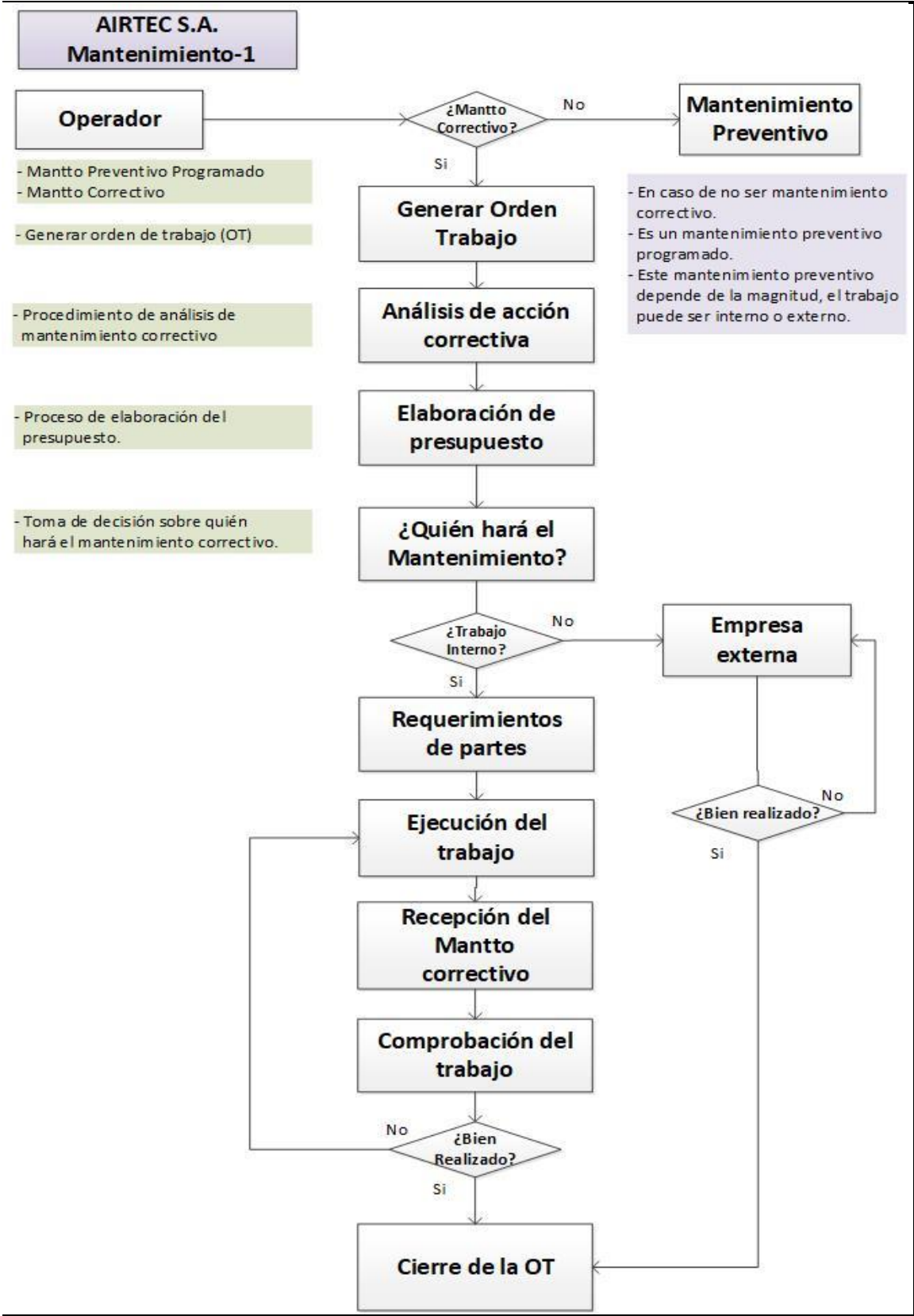
En el diagrama de Gantt (Figura 12), se muestra la secuencia de la implementación de los procesos principales en el proceso de implementación del mantenimiento autónomo en el Área de Mantenimiento de Máquinas Herramienta de AIRTEC S.A.

Tabla 13 Los siete pasos del mantenimiento autónomo.

| Paso | Descripción | Acciones |
|------|---|---|
| 1 | “Limpieza e inspección” | “Eliminación de suciedad, escapes, polvo, identificación de fugas” |
| 3 | “Preparación de estándares experimentales de inspección autónoma” | “Se diseñan y aplican estándares provisionales para mantener los procesos de limpieza, lubricación y apriete”. “Una vez validados se establecerán en forma definitiva” |
| 4 | “Inspección general” | “Entrenamiento para la inspección haciendo uso de manuales”. “Eliminación de pequeñas averías y mayor conocimiento del equipo a través de la inspección”. |
| 5 | “Inspección autónoma” | “Formulación e implantación de procedimientos de control autónomo” |
| 6 | “Estandarización” | “Estandarización de los elementos a ser controlados”. “Elaboración de estándares de registro de datos”. “Controles a herramientas”. “Control de moldes”. “Control de medidas de producto”. “Control de patrones de calidad, etc.” “Aplicación de estándares”. |
| 7 | “Control autónomo pleno” | “Aplicación de políticas establecidas por la dirección de la empresa”. “Empleo de tableros de gestión visual, tablas MTBF y tableros <u>Kaizen</u> ” |

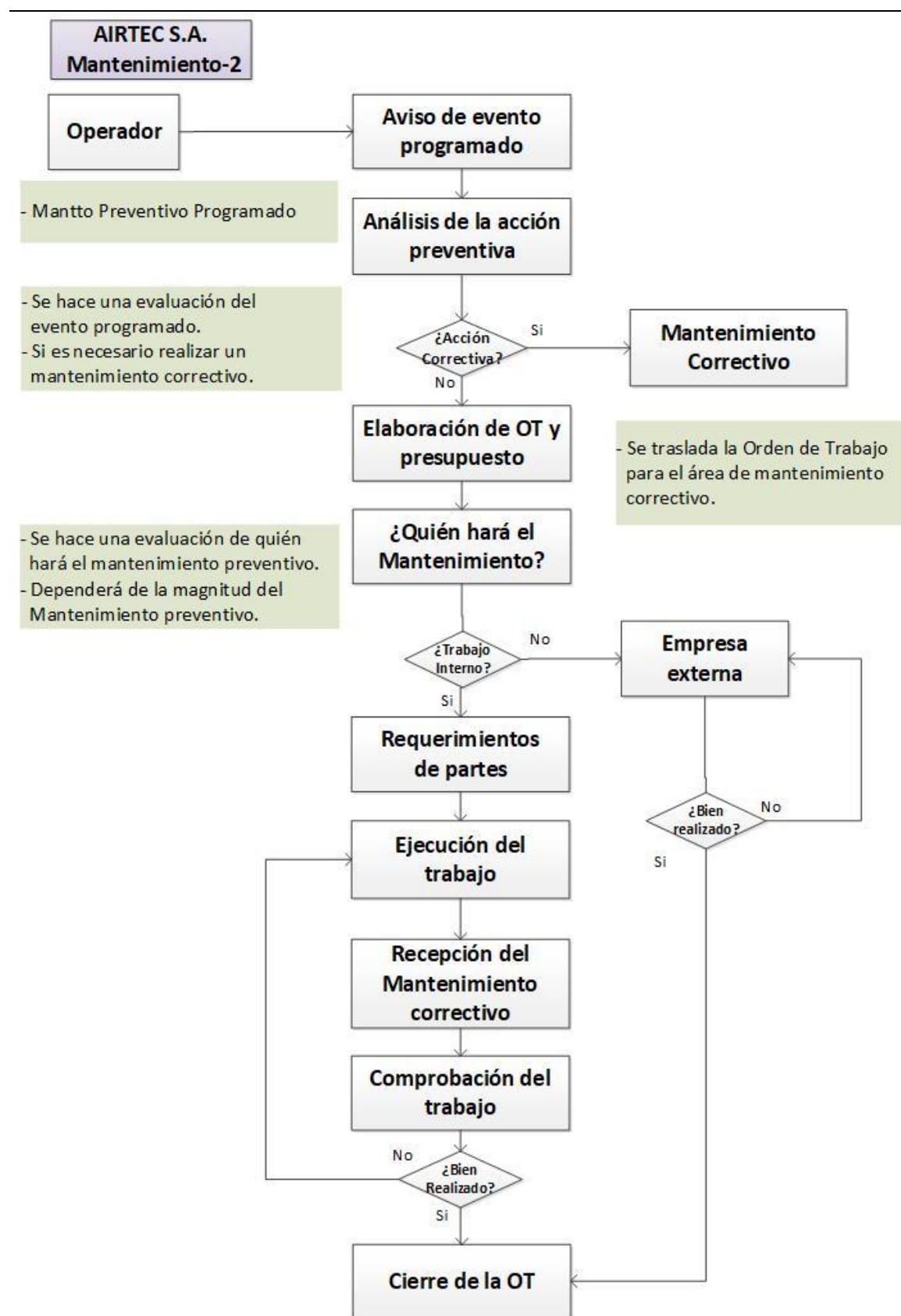
Fuente: Recopilación propia.

Figura 8 Diagrama del proceso de mantenimiento de máquinas herramienta 01



Fuente: Elaboración propia.

Figura 9 Diagrama de proceso de mantenimiento de máquinas herramienta 02.



Fuente: Elaboración propia.

Plan de capacitación

Consiste en hacer charlas al personal del área de mantenimiento de máquinas herramienta (Ver Tabla 11), una vez por mes de acuerdo al siguiente plan de capacitación:

Tabla 14 Plan de capacitación del personal

| Ítem | Temas |
|------|--|
| 1 | Introducción al Mantenimiento Autónomo |
| 2 | Sobre indicadores de gestión |
| 3 | Sobre la Técnica de las 5S |
| 4 | Clasificar |
| 5 | Ordenar |
| 6 | Limpiar |
| 7 | Estandarizar |
| 8 | Disciplina y control |
| 9 | Introducción al Mantenimiento Autónomo |
| 10 | Limpieza e inspección |
| 11 | Acciones correctivas |
| 12 | Preparación de estándares |
| 13 | Inspección general |
| 14 | Inspección autónoma |
| 15 | Estandarización |
| 16 | Control autónomo pleno |

Fuente: Elaboración propia

Personal del Plan de capacitación

El personal que participa en el Plan de Capacitación de Personal, son aquellas directamente involucradas en el Área de Mantenimiento de Máquinas Herramienta (Ver Tabla 12) y los temas a ser tratados están en la Tabla 13, que en su etapa inicial se hará dos veces por mes, con el propósito de familiarizar el uso de los indicadores.

Tabla 15 Personal del plan de capacitación

| No | Apellidos y nombres | Cargo | Responsabilidad | Capacitación |
|----|-----------------------------------|----------|-----------------|--------------|
| 1 | Falla Diaz Oswaldo | Mecánico | Torno | Asistente |
| 2 | Cueva Trejo Jorge | Mecánico | Fresadora | Asistente |
| 3 | Colchado Cegarra Willy | Mecánico | Torno | Asistente |
| 4 | Cevallos Zacarias Eddy | Mecánico | Torno | Asistente |
| 5 | Castillo Quiñones Joel | Mecánico | Cepillo de codo | Asistente |
| 6 | Tufiño Huamán Roland | Mecánico | Torno | Asistente |
| 7 | Cajacuri Caparachi Rubén | Mecánico | Torno | Asistente |
| 8 | Cornejo Herrera David | Mecánico | Torno | Asistente |
| 9 | Domínguez Pineda Miguel | Mecánico | Torno | Asistente |
| 10 | Morillo León, Christian Alexander | | | Capacitador |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 16 Cronograma de capacitación al personal

| Ítem | Temas | Fechas | Días | Horario |
|------|--|------------|--------|---------------------|
| 1 | Introducción al Mantenimiento Autónomo | 10/03/2018 | sábado | 09:00 am a 12:00 pm |
| 2 | Sobre indicadores de gestión | 24/03/2018 | sábado | 09:00 am a 12:00 pm |
| 3 | Sobre la Técnica de las 5S | 14/04/2018 | sábado | 09:00 am a 12:00 pm |
| 4 | Clasificar | 28/04/2018 | sábado | 09:00 am a 12:00 pm |
| 5 | Ordenar | 12/06/2018 | sábado | 09:00 am a 12:00 pm |
| 6 | Limpiar | 26/06/2018 | sábado | 09:00 am a 12:00 pm |
| 7 | Estandarizar | 9/06/2018 | sábado | 09:00 am a 12:00 pm |
| 8 | Disciplina y control | 23/06/2018 | sábado | 09:00 am a 12:00 pm |
| 9 | Introducción al Mantenimiento Autónomo | 7/07/2018 | sábado | 09:00 am a 12:00 pm |
| 10 | Limpieza e inspección | 21/07/2018 | sábado | 09:00 am a 12:00 pm |
| 11 | Acciones correctivas | 11/08/2018 | sábado | 09:00 am a 12:00 pm |
| 12 | Preparación de estándares | 25/08/2018 | sábado | 09:00 am a 12:00 pm |
| 13 | Inspección general | 8/09/2018 | sábado | 09:00 am a 12:00 pm |
| 14 | Inspección autónoma | 22/09/2018 | sábado | 09:00 am a 12:00 pm |
| 15 | Estandarización | 13/10/2018 | sábado | 09:00 am a 12:00 pm |
| 16 | Control autónomo pleno | 27/10/2018 | sábado | 09:00 am a 12:00 pm |

Fuente: Elaboración propia.

El cumplimiento de este plan de capacitación, solo requiere hacer la aprobación y convocatoria del jefe de área y poner en conocimiento al personal, realizar las prácticas respectivas, solo es necesario distribuir las horas trabajo de un día al mes con la ejecución del plan de capacitación.

Evaluación y aprobación del plan de capacitación

Este plan de capacitación está sujeta una evaluación del jefe inmediato, para ver si cumple con los propósitos de la mejora continua para incrementar la productividad.

Puesta en marcha de la capacitación

La implementación de las charlas de capacitación, se dan inicio cuando se hayan aprobado el plan de capacitación. La capacitación del personal, tiene un efecto directo en la productividad del Área.

Tabla 17 Costo de capacitación de personal.

| Apellido y nombres | Cargo | Operador | Sueldo | Costo Hora Hombre | Horas | Costo Capacitación por día | Sesiones | Costo total capacitación |
|---------------------------|-------------|----------|--------------|-------------------|-------|----------------------------|----------|--------------------------|
| Morillo León Christian A. | Capacitador | | S/ 3,500.00 | S/ 14.58 | 3 | S/ 43.75 | 16 | S/ 700.00 |
| Falla Diaz Oswaldo | Operario | MH01 | S/ 2,600.00 | S/ 10.83 | 3 | S/ 32.50 | 16 | S/ 520.00 |
| Cueva Trejo Jorge | Operario | MH04 | S/ 2,600.00 | S/ 10.83 | 3 | S/ 32.50 | 16 | S/ 520.00 |
| Colchado Cegarra Willy | Operario | MH07 | S/ 2,300.00 | S/ 9.58 | 3 | S/ 28.75 | 16 | S/ 460.00 |
| Cevallos Zacarias Eddy | Operario | MH09 | S/ 2,300.00 | S/ 9.58 | 3 | S/ 28.75 | 16 | S/ 460.00 |
| Castillo Quiñones Joel | Operario | MH03 | S/ 1,700.00 | S/ 7.08 | 3 | S/ 21.25 | 16 | S/ 340.00 |
| Tufiño Huamán Roland | Operario | MH06 | S/ 1,700.00 | S/ 7.08 | 3 | S/ 21.25 | 16 | S/ 340.00 |
| Cornejo Herrera David | Operario | MH02 | S/ 1,600.00 | S/ 6.67 | 3 | S/ 20.00 | 16 | S/ 320.00 |
| Domínguez Pineda Miguel | Operario | MH08 | S/ 1,300.00 | S/ 5.42 | 3 | S/ 16.25 | 16 | S/ 260.00 |
| José Cahuana Morales | Operario | MH05 | S/ 1,300.00 | S/ 5.42 | 3 | S/ 16.25 | 16 | S/ 260.00 |
| Totales | | | S/ 20,900.00 | | | S/ 261.25 | | S/ 4,180.00 |

Fuente: Elaboración propia.

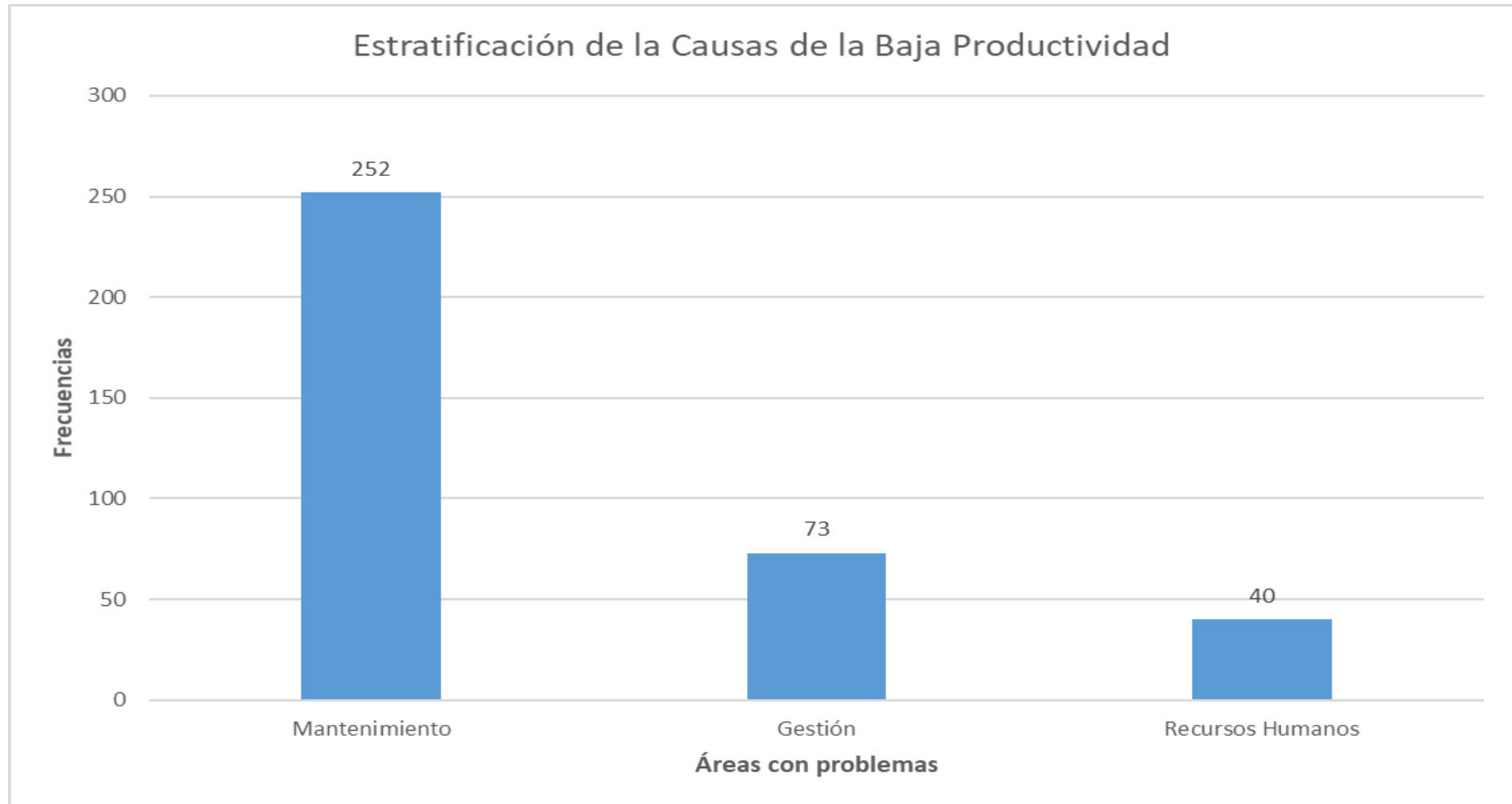
Tabla 18 Estratificación por áreas de las causas de baja productividad.

| Ítem | Área | 6M | Código | Causas de baja productividad | Frecuencia | Totales |
|---------|---------------|----------------|--------|-------------------------------|------------|---------|
| 1 | Gestión | Materiales | C7 | Falta de repuestos | 31 | 73 |
| 2 | Gestión | Materiales | C6 | Repuestos Oxidados | 20 | |
| 3 | Gestión | Medio Ambiente | C1 | Espacios inadecuados | 12 | |
| 4 | Gestión | Medio Ambiente | C2 | Desorden | 10 | |
| 5 | Mantenimiento | Maquinaria | C5 | Falta de mantenimiento | 50 | 252 |
| 6 | Mantenimiento | Método | C10 | Procedimientos inadecuados | 46 | |
| 7 | Mantenimiento | Método | C11 | Mala regulación de máquinas | 44 | |
| 8 | Mantenimiento | Maquinaria | C3 | Paradas de producción | 33 | |
| 9 | Mantenimiento | Maquinaria | C4 | Alta vibración | 31 | |
| 10 | Mantenimiento | Medición | C9 | Ausencia de medición | 30 | |
| 11 | Mantenimiento | Medición | C8 | Falta de historial de máquina | 18 | |
| 12 | RR. HH. | Mano Obra | C12 | Personal sin capacitación | 29 | 40 |
| 13 | RR. HH. | Mano Obra | C13 | Personal insuficiente | 11 | |
| Totales | | | | | 365 | |

| | |
|------------------|-----|
| Mantenimiento | 252 |
| Gestión | 73 |
| Recursos Humanos | 40 |

Fuente: Elaboración propia.

Figura 10 Estratificación por áreas de las causas de la baja productividad.



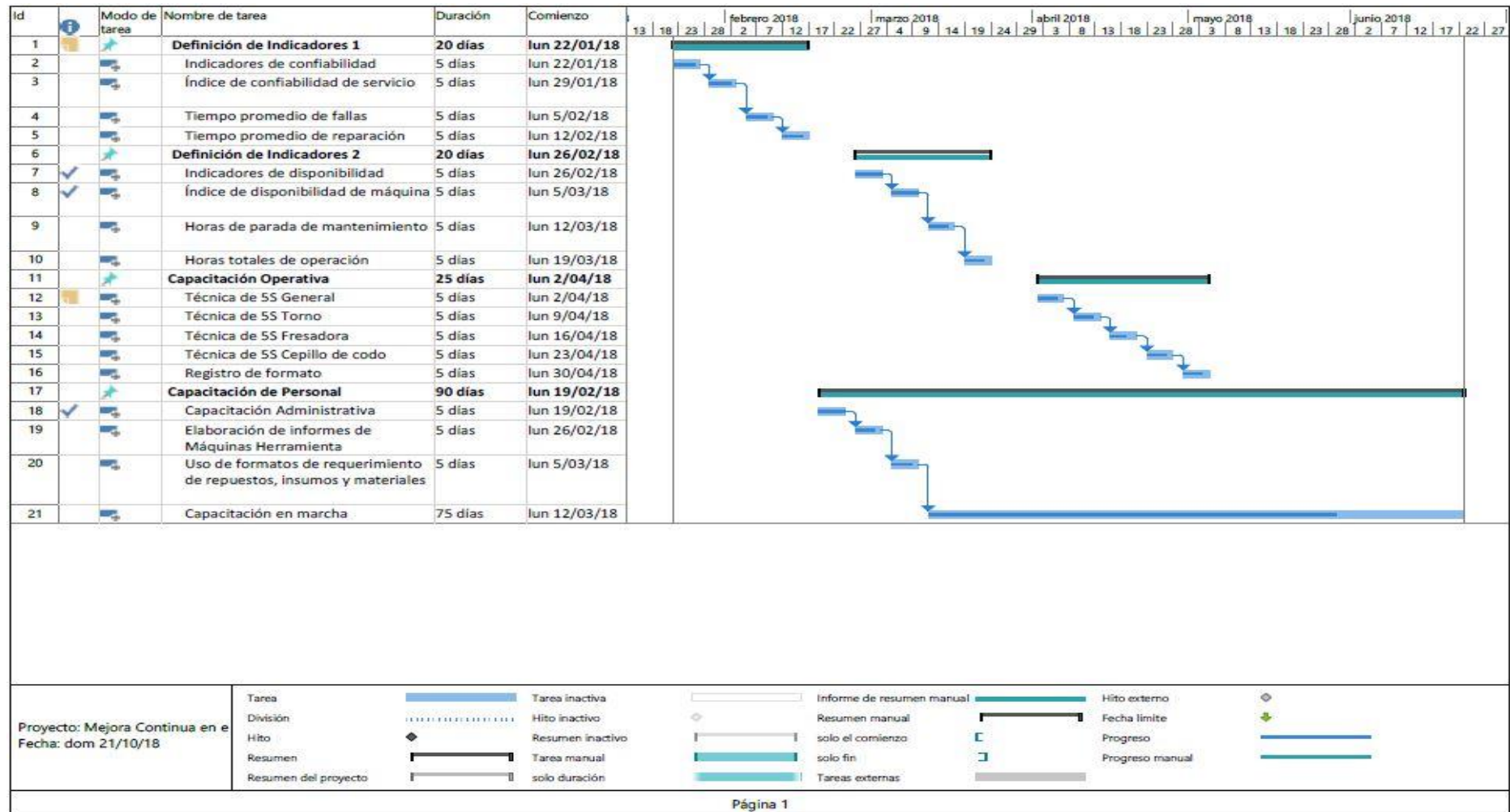
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 19 Priorización de solución de causas por área

| Consolidación Causas por Área | Falta de mantenimiento | Procedimientos inadecuados | Mala regulación de máquinas | Paradas de producción | Alta vibración | Ausencia de medición | Falta de historial de máquina | Falta de repuestos | Falta de repuestos | Espacios inadecuados | Desorden | Personal sin capacitación | Personal insuficiente | Criticidad | Total de problemas | Porcentaje | Impacto | Calificación | Prioridad | Medidas a tomar |
|-------------------------------|------------------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------------|----------------|----------------------|-------------------------------|--------------------|--------------------|----------------------|----------|---------------------------|-----------------------|------------|--------------------|------------|---------|--------------|-----------|------------------------|
| Mantenimiento | 50 | 46 | 44 | 33 | 31 | 30 | 18 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | Alto | 252 | 69.04% | 10 | 2520 | 1 | Mantenimiento Autónomo |
| Gestión | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 31 | 20 | 12 | 10 | 0 | 0 | Medio | 73 | 20.00% | 9 | 657 | 2 | Técnica de 5S |
| Recursos Humanos | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 29 | 11 | Medio | 40 | 10.96% | 8 | 320 | 3 | Capacitación |
| Total de problemas | 50 | 46 | 44 | 33 | 31 | 30 | 18 | 31 | 20 | 12 | 10 | 29 | 11 | | 365 | 100.00% | | | | |

Fuente: Elaboración propia.

Figura 11 Diagrama de Gantt de la implementación.



Fuente: Elaboración propia.

2.7.4 Resultados de la implementación

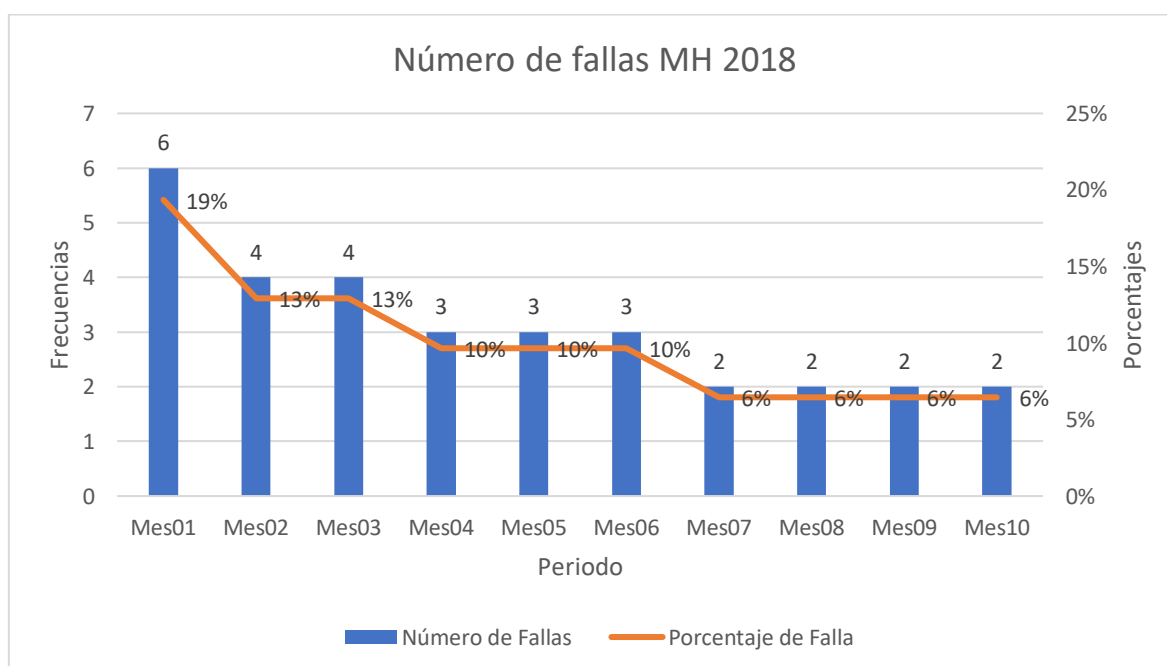
Los resultados de la aplicación de la técnica de las 5S y del mantenimiento autónomo son positivos, ha disminuido las fallas significativamente (Ver Tabla 20) y gráficamente se puede observar (Ver Figura 14) del Área de Mantenimiento de Máquinas Herramienta de la empresa AIRTEC S. A. Callao 2018.

Tabla 20 Numero de fallas de las máquinas herramienta del 2018.

| Periodo | Número de Fallas | Porcentaje de Falla | Acumulado Número de Fallas | Acumulado de porcentaje |
|---------|------------------|---------------------|----------------------------|-------------------------|
| Mes01 | 6 | 19% | 6 | 19% |
| Mes02 | 4 | 13% | 10 | 32% |
| Mes03 | 4 | 13% | 14 | 45% |
| Mes04 | 3 | 10% | 17 | 55% |
| Mes05 | 3 | 10% | 20 | 65% |
| Mes06 | 3 | 10% | 23 | 74% |
| Mes07 | 2 | 6% | 25 | 81% |
| Mes08 | 2 | 6% | 27 | 87% |
| Mes09 | 2 | 6% | 29 | 94% |
| Mes10 | 2 | 6% | 31 | 100% |
| | 31 | 100% | | |

Fuente: Elaboración propia.

Figura 12 Número de fallas de máquinas herramienta 2018.



Fuente: Elaboración propia.

Con la aplicación de las fichas técnicas de cada máquina herramienta (ver Anexos 6 y 7) se pudo establecer los promedios de tiempos del servicio. Permite identificar qué operario es el más capacitado en el servicio de mantenimiento autónomo y quienes de ellos hace el servicio en el menor tiempo.

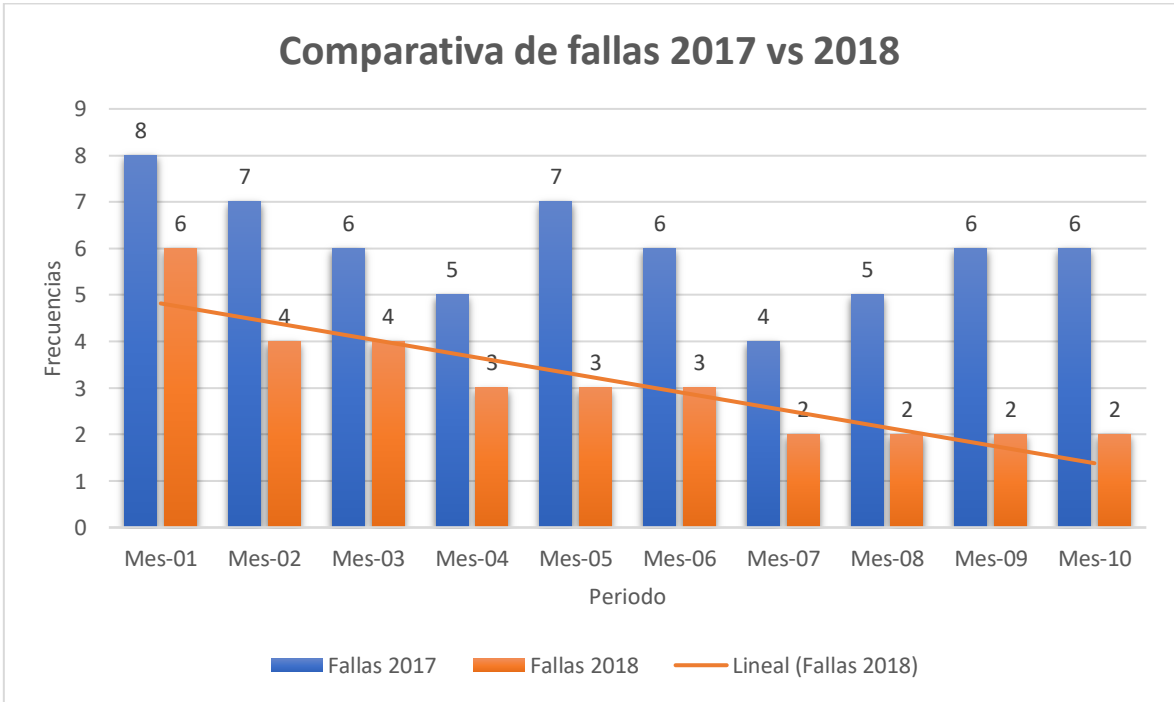
Al realizar posttest de las fallas del 2017 y 2018 (Ver Tabla 21). Se ha logrado disminuir el número de fallas en el 2018, tal como, muestra la gráfica (Ver Figura 15).

Tabla 21 Comparativa posttest de fallas 2017 versus 2018.

| Periodo | Fallas 2017 | Fallas 2018 |
|---------|-------------|-------------|
| Mes-01 | 8 | 6 |
| Mes-02 | 7 | 4 |
| Mes-03 | 6 | 4 |
| Mes-04 | 5 | 3 |
| Mes-05 | 7 | 3 |
| Mes-06 | 6 | 3 |
| Mes-07 | 4 | 2 |
| Mes-08 | 5 | 2 |
| Mes-09 | 6 | 2 |
| Mes-10 | 6 | 2 |
| | 60 | 31 |

Fuente: Elaboración propia.

Figura 13 Cuadro comparativo posttest 2017 vs 2018



Fuente: elaboración propia.

2.7.5 Análisis económico financiero

Desde el punto de vista del análisis económico, la aplicación del mantenimiento autónomo en las máquinas herramienta en la muestra, Área de Mantenimiento de máquinas herramienta de la empresa AIRTEC S.A. Tiene efectos positivos (Ver Tabla 22), con la aplicación de la técnica de las 5S y siete pasos del mantenimiento autónomo, la tendencia de disminución de las fallas en las máquinas herramienta es evidente (Ver Figura 15).

Tabla 22 Análisis económico financiero de la investigación.

| Descripción | Año | Meses | Fallas | Costo de falla | Costo Promedio de falla |
|---|------|-------|--------|----------------|-------------------------|
| Total de fallas en el año | 2017 | 12 | 70 | S/. 57,152.66 | S/. 816.47 |
| Total de fallas en meses | 2017 | 10 | 60 | S/. 48,987.99 | |
| Total de fallas en meses | 2018 | 10 | 31 | S/. 25,310.46 | |
| Total reducción de fallas | 2018 | 10 | 29 | S/. 23,677.53 | |
| Porcentajes de reducción periodos iguales | 2018 | 10 | 48% | | 48% |
| Porcentajes de reducción respecto a 2017 | | | 41% | | 41% |

Fuente: Elaboración propia.

Como muestra la tabla 22, en el año 2017 hubo 70 fallas de todo tipo, monetariamente equivale a S/ 57,152.66 soles, cada falla tiene un costo promedio de S/ 816.47 soles. El periodo del análisis económico financiero del año 2018 es de enero a octubre, es decir 10 meses, para hacer la comparación es necesario tomar también 10 meses del año 2017.

Entonces, hacemos la comparación: en el año 2017 en el periodo de 10 meses hubo 60 fallas, equivalentes a S/ 48,987.99 soles, en el año 2018 en el periodo de 10 meses hubo 31 fallas, equivalentes a S/ 25,310.46 soles, hubo una reducción de 29 fallas al aplicar la técnica de las 5S y siete pasos del mantenimiento autónomo, equivalente a S/ 23,677.53 soles.

Por lo tanto, en periodos iguales de 10 meses de los años 2017 y 2018, hubo una reducción de fallas en 48% respecto al año 2017, económicamente esta reducción representa la suma de S/ 23,677.53.

Los costos de la capacitación ascienden a S/ 4,180.00 (Ver Tabla 17), comparado con los costos de reducción de fallas, cubren holgadamente. Por lo que, la capacitación personal tiene efectos positivos en beneficio del área y la empresa AIRTEC SA.

Análisis Costo / Beneficio, VAN y TIR.

Beneficio/Costo (B/C)

Se debe considerar la comparación de la relación B/C hallada con respecto a 1:

Si $B/C > 1$, indica que los beneficios son mayores a los costos. El proyecto es bueno.

Si $B/C = 1$, significa que los beneficios igualan a los costos. No hay ganancias.

Si $B/C < 1$, muestra que los costos superan a los beneficios. El proyecto no es bueno.

Ejemplo, el proyecto demanda una inversión total de S/ 4,180.00 en capacitación y de acuerdo al resultado de la implementación del mantenimiento autónomo se logró obtener beneficios por reducir 29 fallas (cada falla S/ 816.47) durante 10 meses.

Por lo tanto, los beneficios suman S/ 23,677.53 y los costos S/ 4180.00. En consecuencia, la relación beneficio/costo sería 23,677.53 entre 4180.00. El resultado es 5.67, que sería el índice de beneficio/costo. Entonces, por cada sol invertido en capacitación se obtiene un beneficio de S/ 5.67.

Valor actual neto (VAN)

Los criterios de decisión van a ser los siguientes:

$VAN > 0$: El valor actualizado de los cobros y pagos futuros de la inversión, a la tasa de descuento elegida generará beneficios.

$VAN = 0$: El proyecto de inversión no generará ni beneficios ni pérdidas, siendo su realización, en principio, indiferente.

$VAN < 0$: El proyecto de inversión generará pérdidas, por lo que deberá ser rechazado.

El uso de este índice, se aplica a la empresa en forma global, cuando hay participación del área de finanzas.

Tasa Interna de Retorno (TIR)

Es un índice financiero y de inversión, para poder hallar el TIR de la forma correcta, los datos que se van a necesitar son el tamaño de la inversión y el flujo de caja neto proyectado. Siempre que se vaya a hallar el TIR, se debe usar la fórmula del VAN.

A diferencia del VAN, cuando la tasa es muy alta, nos está diciendo que el proyecto no es rentable, si la tasa nos da menor, esto quiere decir que el proyecto es rentable. Mientras más baja sea la tasa, mucho más rentable es el proyecto.

Por lo tanto, tanto el VAN y el TIR son herramientas financieras complementarias y pueden dar datos valiosos de las empresas o proyectos en los que se pueda invertir, haciendo que siempre tengamos el 100 % de las ganancias en los proyectos que se lleven a cabo.

Es similar su aplicación al índice del VAN.

III. RESULTADOS

3.1 Análisis descriptivo

En este análisis se describe el efecto de la aplicación de la capacitación del personal operativo en el mantenimiento autónomo. El resultado contribuye en la mejora de la disponibilidad de horas máquina y horas hombre, en un periodo de 10 meses en la empresa AIRTEC S.A. Callao 2018, que la tendencia es la reducción de fallas (Ver Figura 13 y Tabla 21).

Variable independiente: Mantenimiento Autónomo

La aplicación de mantenimiento autónomo disminuye las fallas como lo indican los indicadores de control, en el periodo de 10 meses el pretest año 2017 muestra 60 fallas y en el postest año 2018 muestra 31 fallas, cuya tendencia es la reducción de las fallas.

Tabla 23 Estadísticos descriptivos de variables y sus dimensiones.

| Estadísticos descriptivos | | | | | |
|-----------------------------|----|--------|--------|--------|---------------------|
| | N | Mínimo | Máximo | Media | Desviación estándar |
| VI Disponibilidad | 30 | 7,00 | 10,00 | 8,5667 | ,77385 |
| VI Capacitación de Personal | 30 | 7,00 | 11,00 | 8,8333 | ,91287 |
| VD Eficacia | 30 | 6,00 | 11,00 | 8,1000 | 1,47040 |
| VD Eficiencia | 30 | 6,00 | 9,00 | 7,6333 | ,76489 |
| N válido (por lista) | 30 | | | | |

Fuente: Elaboración propia.

Dimensión 1: Disponibilidad

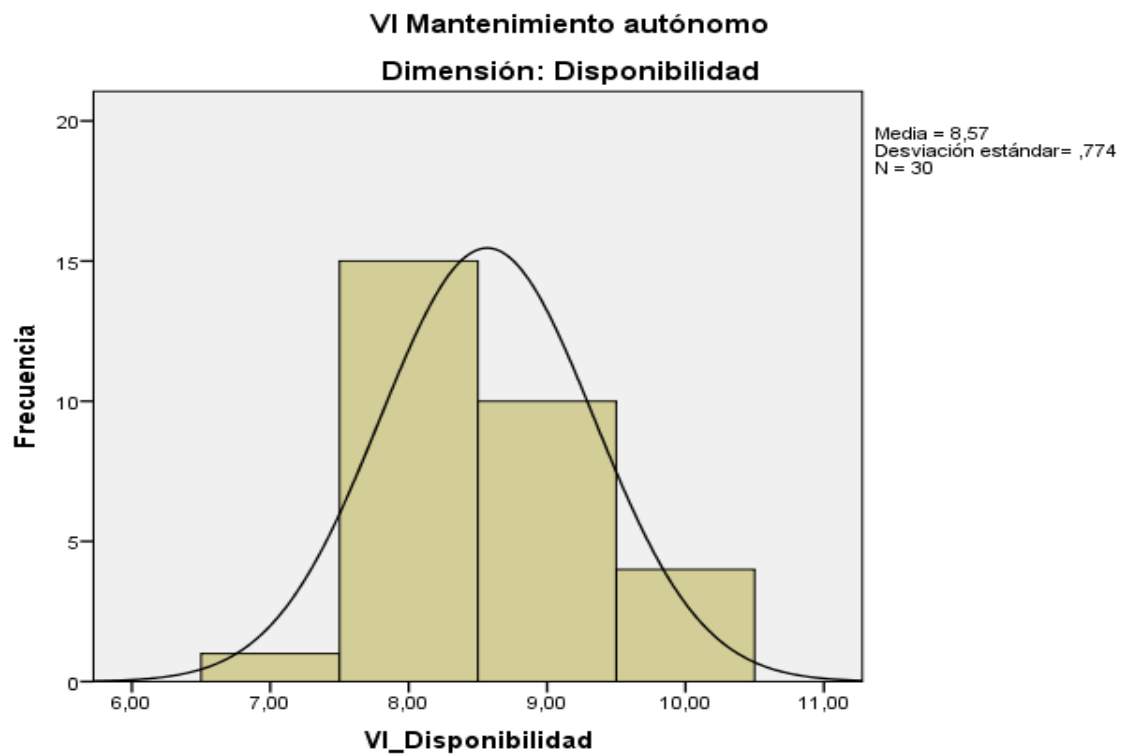
La mayor disponibilidad horas máquina herramienta, es resultado de la reducción de las fallas y, por tanto, contribuyen a la productividad del área.

Tabla 24 Frecuencia de variable independiente dimensión Disponibilidad.

| Variable Independiente: Dimensión Disponibilidad | | | | | |
|--|-------|------------|------------|-------------------|----------------------|
| | | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
| Válido | 7,00 | 1 | 3,3 | 3,3 | 3,3 |
| | 8,00 | 15 | 50,0 | 50,0 | 53,3 |
| | 9,00 | 10 | 33,3 | 33,3 | 86,7 |
| | 10,00 | 4 | 13,3 | 13,3 | 100,0 |
| | Total | 30 | 100,0 | 100,0 | |

Fuente: Elaboración propia.

Figura 14 Histograma Mantenimiento autónomo Dimensión: Disponibilidad.



Fuente: Elaboración propia.

Dimensión 2: Capacitación de personal

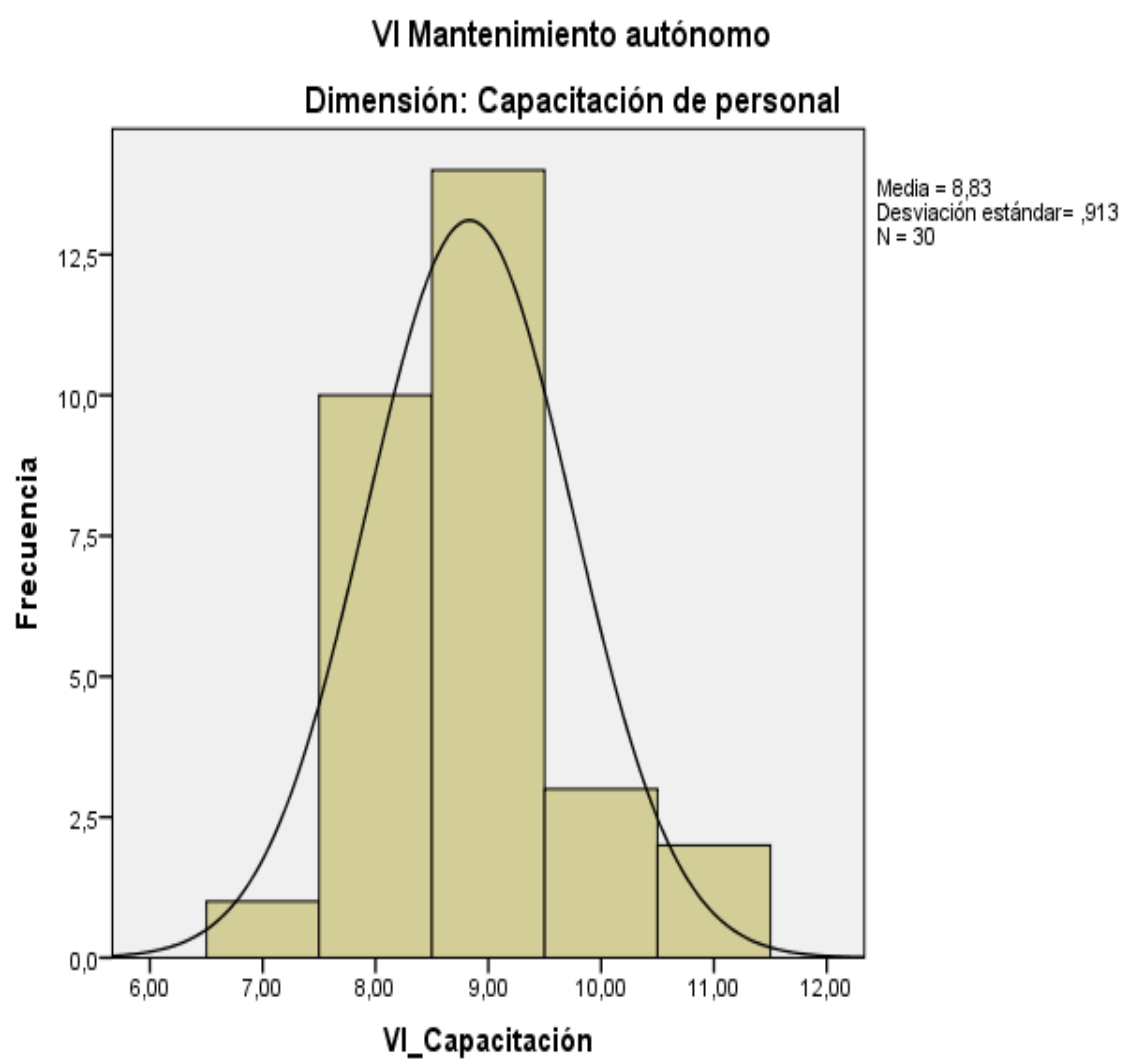
La capacitación de personal tiene un efecto inmediato sobre el operador de la máquina herramienta, la orientación sobre el mantenimiento autónomo es de aplicación directa a la máquina herramienta y su efecto es la mayor disponibilidad de horas máquina y mayor disponibilidad de horas hombre en el área de mantenimiento de máquinas herramienta de la empresa AIRTEC S.A. Callao 2018.

Tabla 25 Frecuencia de variable independiente dimensión capacitación de personal.

| Variable Independiente Dimensión: Capacitación de personal | | | | | |
|---|-------|------------|------------|-------------------|----------------------|
| | | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
| Válido | 7,00 | 1 | 3,3 | 3,3 | 3,3 |
| | 8,00 | 10 | 33,3 | 33,3 | 36,7 |
| | 9,00 | 14 | 46,7 | 46,7 | 83,3 |
| | 10,00 | 3 | 10,0 | 10,0 | 93,3 |
| | 11,00 | 2 | 6,7 | 6,7 | 100,0 |
| | Total | 30 | 100,0 | 100,0 | |

Fuente: Elaboración propia.

Figura 15 Histograma Mantenimiento autónomo Dimensión: Capacitación de personal.



Fuente: Elaboración propia.

Variable dependiente: Productividad

Respecto a la productividad del área de mantenimiento de máquinas herramienta de AIRTEC S.A., se muestra la relación causa – efecto. Luego de la capacitación del personal que operan las máquinas herramienta, ha disminuido las fallas, se ha incrementado la disponibilidad de horas máquina, ha incrementado las horas hombre disponibles.

Hay menos paradas de máquinas herramienta, menos horas hombre sin ser utilizados, producto de la capacitación en la técnica de las 5S y en los siete pasos del mantenimiento autónomo. Se observa que hay una disminución fallas. Por lo tanto, hay más productividad en el área de mantenimiento de máquinas herramienta, consecuentemente se incrementa la productividad de la empresa.

Dimensión 1: Eficacia

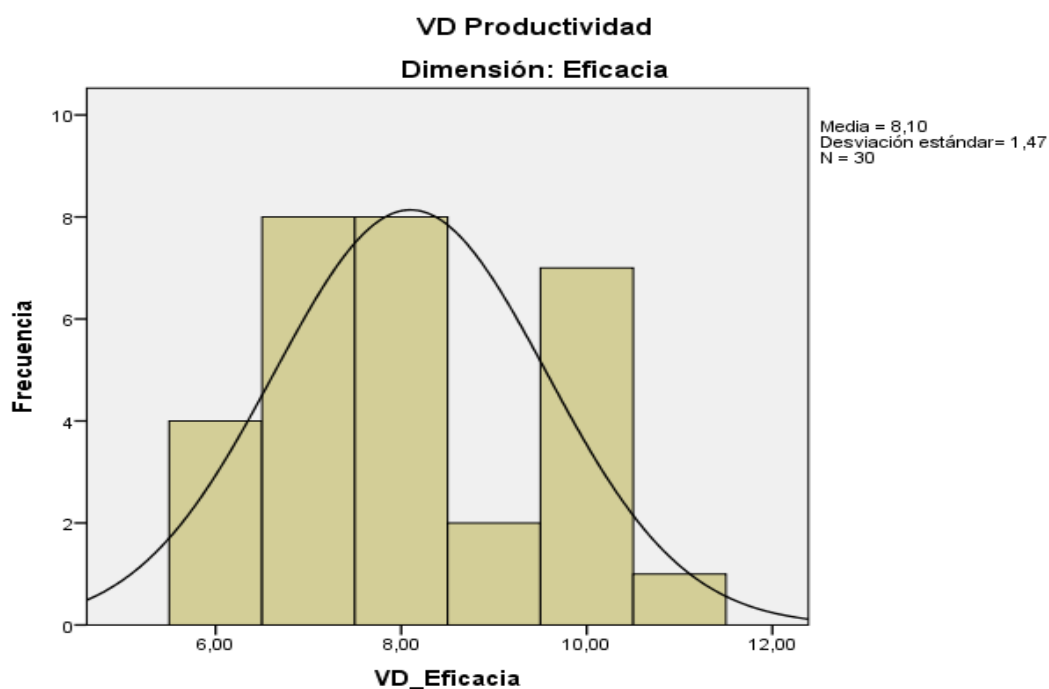
Se entiende por eficacia, que es obtener resultados, estos resultados son obtenidos en este caso por medio de la preparación y capacitación del personal operador de la máquina herramienta, en la técnica 5S y en los siete pasos del mantenimiento autónomo, el objetivo de la capacitación es tener siempre operativas las máquinas herramienta. La capacitación es mejorar y desarrollar las habilidades de los operadores de las máquinas herramienta. Cuando el mantenimiento autónomo es diario y oportuno, siempre habrá más disponibilidad de horas máquina herramienta, se podrá planificar el mantenimiento preventivo de cada una de ellas.

Tabla 26 Frecuencia de variable dependiente: Eficacia.

| Variable Dependiente Dimensión: Eficacia | | | | | |
|--|-------|------------|------------|-------------------|----------------------|
| | | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
| Válido | 6,00 | 4 | 13,3 | 13,3 | 13,3 |
| | 7,00 | 8 | 26,7 | 26,7 | 40,0 |
| | 8,00 | 8 | 26,7 | 26,7 | 66,7 |
| | 9,00 | 2 | 6,7 | 6,7 | 73,3 |
| | 10,00 | 7 | 23,3 | 23,3 | 96,7 |
| | 11,00 | 1 | 3,3 | 3,3 | 100,0 |
| | Total | 30 | 100,0 | 100,0 | |

Fuente: Elaboración propia.

Figura 16 Histograma de Productividad Dimensión: Eficacia.



Fuente: Elaboración propia.

Dimensión 2: Eficiencia

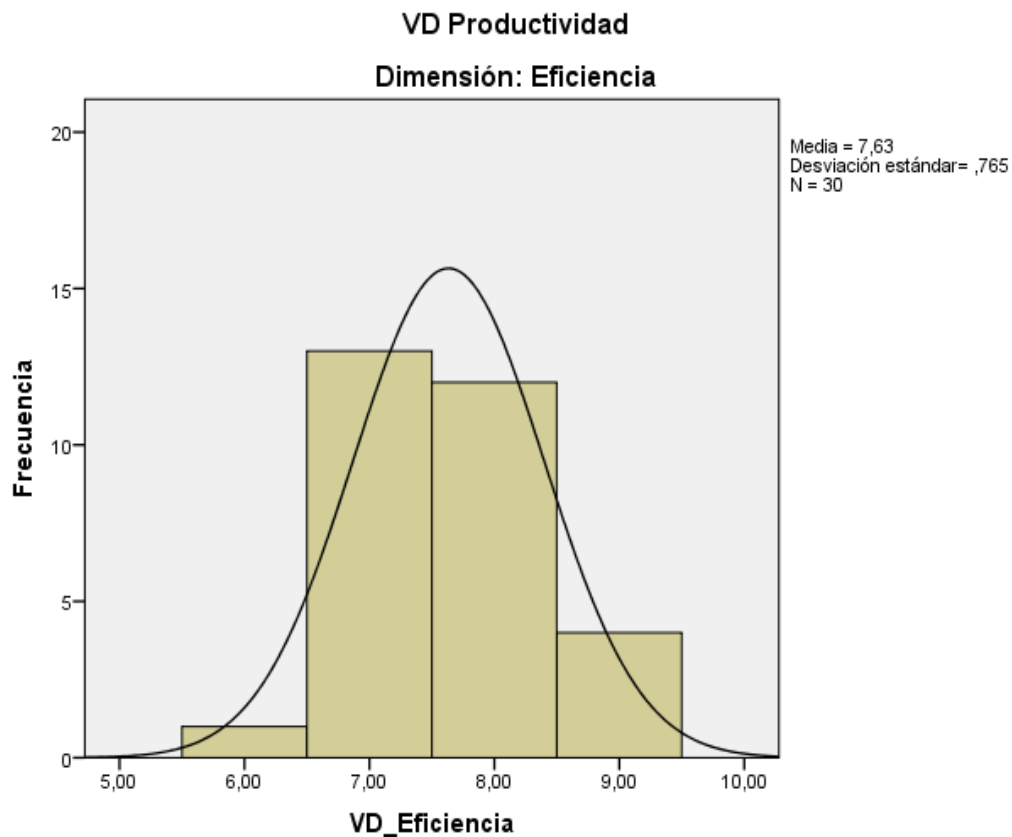
En cuanto a la eficiencia, es hacer el mantenimiento autónomo, en el menor tiempo con menos recursos, se puede expresar como el promedio de todos los resultados (operarios), sea en tiempo o recursos.

Tabla 27 Frecuencia Productividad Dimensión: Eficiencia.

| Variable Dependiente Dimensión: Eficiencia | | | | | |
|--|-------|------------|------------|-------------------|----------------------|
| | | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
| Válido | 6,00 | 1 | 3,3 | 3,3 | 3,3 |
| | 7,00 | 13 | 43,3 | 43,3 | 46,7 |
| | 8,00 | 12 | 40,0 | 40,0 | 86,7 |
| | 9,00 | 4 | 13,3 | 13,3 | 100,0 |
| | Total | 30 | 100,0 | 100,0 | |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 28 Histograma Productividad Dimensión: Eficiencia.



Fuente: Elaboración propia.

3.2 Análisis de normalidad

Se analiza la variable dependiente y sus dimensiones de un periodo de diez meses de enero a octubre 2018, se usó el aplicativo SPSS 24, para hallar la prueba de normalidad, a fin de contrastar las hipótesis planteadas. Se obtuvo los estadísticos descriptivos de las causas de la baja productividad (Ver Tabla 17 y 18). En la prueba de normalidad (Ver Tabla 29), se verifica la consistencia de las causas de la baja productividad en el Área de Mantenimiento de máquinas herramienta en la empresa AIRTEC S.A., con lo que se demuestra la correcta identificación de las causas; se tomó en cuenta la estratificación de las causas y la priorización de las soluciones.

Tabla 29 Prueba de normalidad Kolmogorov-Smirnov.

| Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra | | VI Disponibilidad | VI Capacitación | VD Eficacia | VD Eficiencia |
|---|---------------------|----------------------|--------------------|-------------------|-------------------|
| N | | 30 | 30 | 30 | 30 |
| Parámetros normales ^{a,b} | Media | 8,5667 | 8,8333 | 8,1000 | 7,6333 |
| | Desviación estándar | ,77385 | ,91287 | 1,47040 | ,76489 |
| Máximas diferencias extremas | Absoluta | ,301 | ,261 | ,194 | ,263 |
| | Positivo | ,301 | ,261 | ,194 | ,263 |
| | Negativo | -,199 | -,206 | -,169 | -,217 |
| Estadístico de prueba | | ,301 | ,261 | ,194 | ,263 |
| Sig. asintótica (bilateral) | | ,000 ^c | ,000 ^c | ,006 ^c | ,000 ^c |

a. La distribución de prueba es normal.

b. Se calcula a partir de datos.

c. Corrección de significación de Lilliefors.

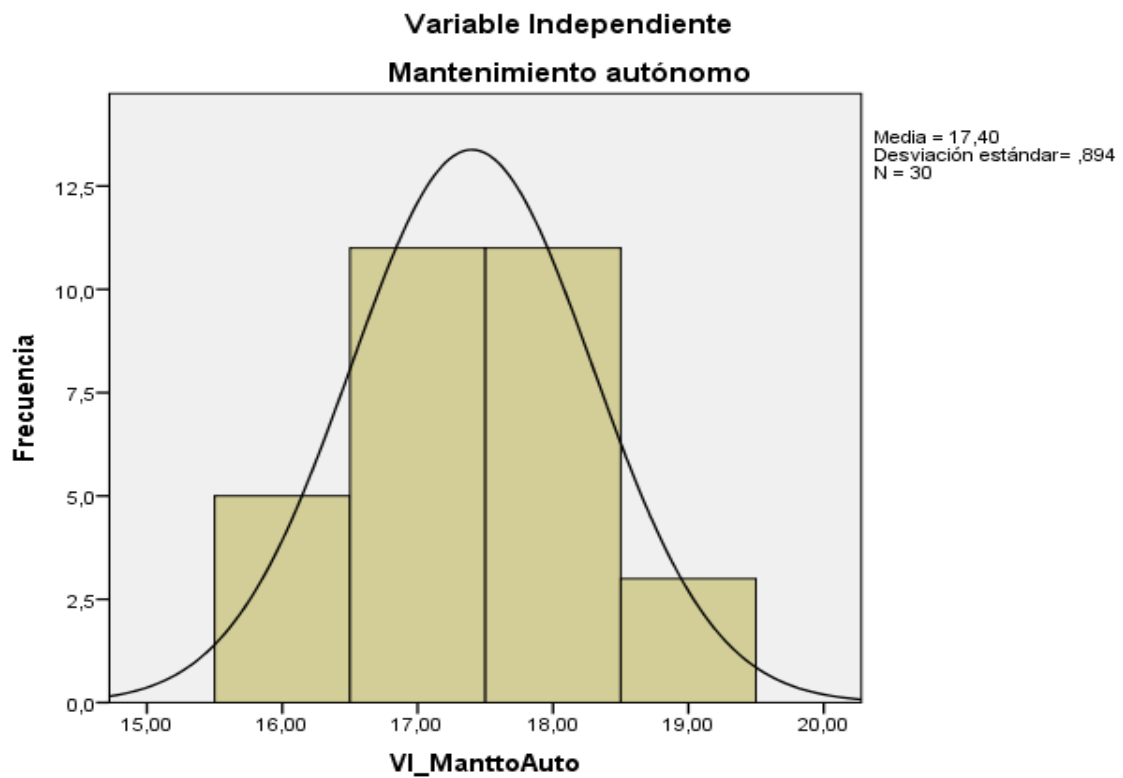
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 30 Correlación de variable independiente y variable dependiente.

| Correlaciones | | VI Mantenimiento Autónomo | VD Productividad |
|------------------------------|------------------------|------------------------------|---------------------|
| VI Mantenimiento Autónomo | Correlación de Pearson | 1 | ,225 |
| | Sig. (bilateral) | | ,231 |
| | N | 30 | 30 |
| VD Productividad | Correlación de Pearson | ,225 | 1 |
| | Sig. (bilateral) | ,231 | |
| | N | 30 | 30 |

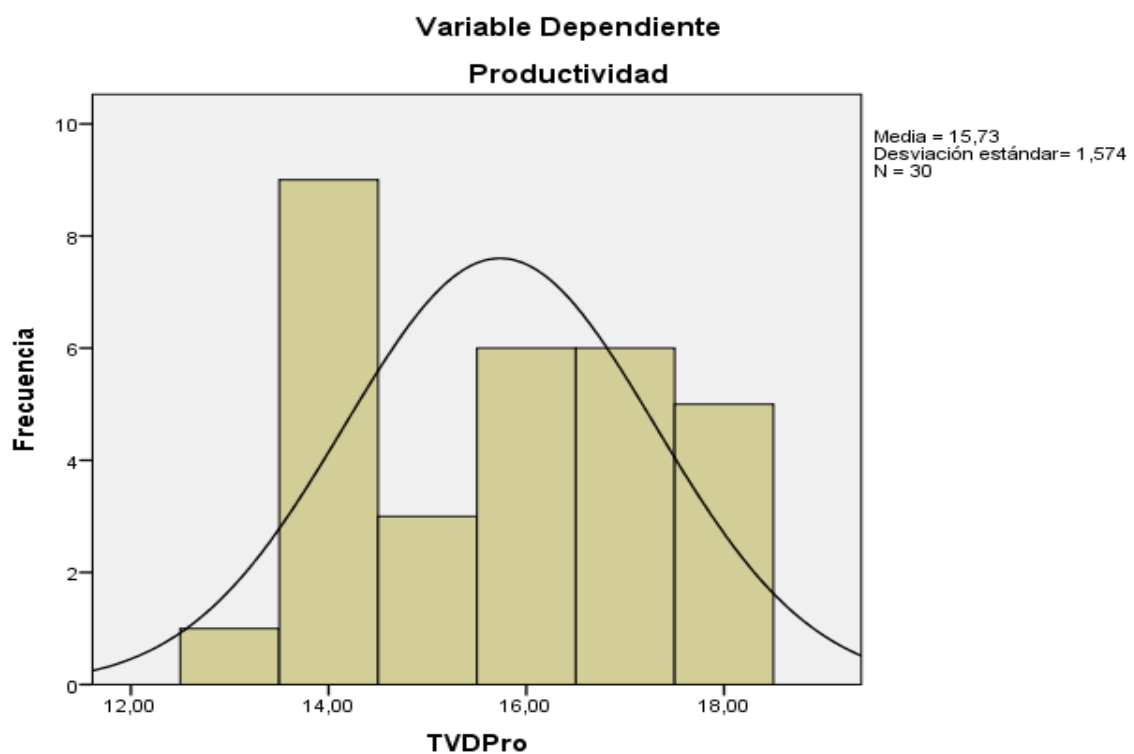
Fuente: Elaboración propia.

Figura 17 Histograma de Mantenimiento autónomo.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 18 Histograma de variable dependiente Productividad.



Fuente: Elaboración propia.

3.3 Análisis inferencial

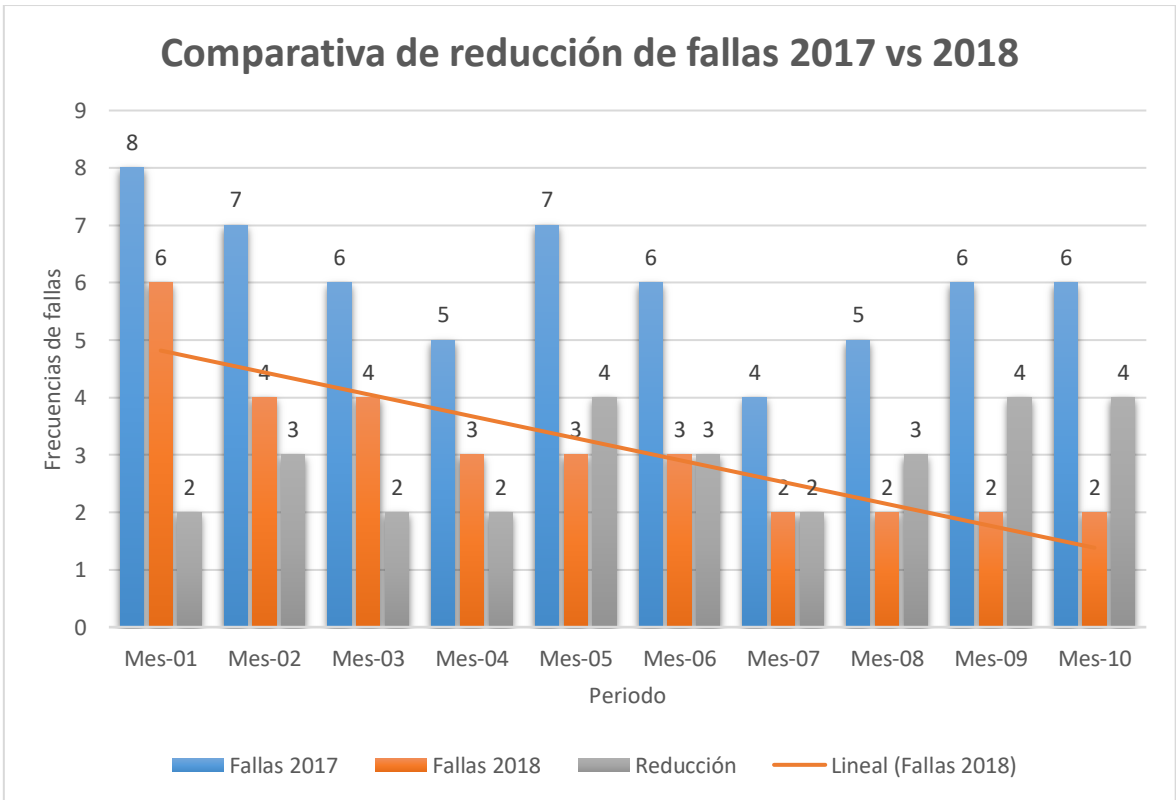
A continuación, se realiza la interpretación de la Tabla 31 y la Figura 19, la forma en que el mantenimiento autónomo con sus dimensiones identificadas y aplicadas, cumplen con los objetivos planteados en la productividad de la empresa AIRTEC S. A.

Tabla 31 Comparativa reducción de fallas de los años 2017 y 2018

| Periodo | Fallas 2017 | Fallas 2018 | Reducción |
|---------|-------------|-------------|-----------|
| Mes-01 | 8 | 6 | 2 |
| Mes-02 | 7 | 4 | 3 |
| Mes-03 | 6 | 4 | 2 |
| Mes-04 | 5 | 3 | 2 |
| Mes-05 | 7 | 3 | 4 |
| Mes-06 | 6 | 3 | 3 |
| Mes-07 | 4 | 2 | 2 |
| Mes-08 | 5 | 2 | 3 |
| Mes-09 | 6 | 2 | 4 |
| Mes-10 | 6 | 2 | 4 |
| | 60 | 31 | 29 |

Fuente: Elaboración propia.

Figura 19 Cuadro comparativo años 2017 y 2018



Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la información de la Tabla 31, en el periodo de enero a octubre hay disminución de fallas. En un periodo de 10 meses en el año 2017 hubo 60 fallas, para el mismo periodo del año 2018 disminuyó a 31 fallas. Esto quiere decir la aplicación de la técnica de la 5S y siete pasos del mantenimiento autónomo cumple con el objetivo propuesto, como consecuencia de la capacitación al personal y la aplicación del mantenimiento autónomo.

La línea de tendencia es la disminución de las fallas en las máquinas herramienta. Es un resultado de la acertada identificación de las dimensiones de la variable independiente Mantenimiento Autónomo, que tiene un efecto directo sobre la variable dependiente Productividad.

Contrastación de la Hipótesis General:

Hi: La aplicación del mantenimiento autónomo, incrementará la Productividad del Área de Mantenimiento de máquinas herramienta de la empresa AIRTEC S.A. Callao 2018.

Ho: La aplicación del mantenimiento autónomo, no incrementará la Productividad del Área de mantenimiento de máquinas herramienta de la empresa AIRTEC S.A. Callao 2018.

Hipótesis Estadístico o Regla de Decisión:

$$H_i = \mu \text{ antes} < \mu \text{ después}$$

$$H_o = \mu \text{ antes} > \mu \text{ después}$$

Conclusión:

Se observa que la $\mu \text{ antes}(1) < \mu \text{ después}(0.200)$. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis del investigador y con una significancia de 0.00.

Variable dependiente: Productividad

Dimensión 1: Eficacia

La capacitación y la disponibilidad, tienen efecto positivo en los resultados que requiere la empresa, han permitido la disminución de las fallas, siendo el objetivo es obtener resultados.

Se entiende que eficacia es obtener resultados positivos, en este caso es la disminución de las fallas en las máquinas herramienta. La Tabla 19 así lo demuestra y están graficadas en Figura 21.

Contrastación de la hipótesis específica 1:

Hi: La aplicación del mantenimiento autónomo, incrementará la eficacia del área de mantenimiento de máquinas herramienta de la empresa AIRTEC S.A. Callao 2018.

Ho: La aplicación del mantenimiento autónomo, no incrementará la eficacia del del área de mantenimiento de máquinas herramienta de la empresa AIRTEC S.A. Callao 2018.

Hipótesis Estadístico o Regla de Decisión:

$$H_i = \mu \text{ antes} < \mu \text{ después}$$

$$H_o = \mu \text{ antes} > \mu \text{ después}$$

Dimensión 2: Eficiencia

La aplicación del mantenimiento autónomo tiene un efecto propuesto por el investigador, en el uso óptimo de los recursos en la gestión del área de mantenimiento de máquinas herramienta de la empresa AIRTEC S.A.

Contrastación de la hipótesis específica 2:

Hi: La aplicación del mantenimiento autónomo, incrementará la eficiencia del área de mantenimiento de máquinas herramienta de la empresa AIRTEC S.A. Callao 2018.

Ho: La aplicación del mantenimiento autónomo, no incrementará la eficiencia del área de mantenimiento de máquinas herramienta de la empresa AIRTEC S.A. Callao 2018.

Hipótesis Estadístico o Regla de Decisión:

$$H_i = \mu \text{ antes} < \mu \text{ después}$$

$$H_o = \mu \text{ antes} > \mu \text{ después}$$

IV. DISCUSIÓN

Se propone que:

- Primera: Una relación directa entre el mantenimiento autónomo y la productividad, porque tener las máquinas herramienta siempre disponibles contribuye a la productividad del área de mantenimiento de máquinas herramienta, tanto en horas máquina, como en horas hombre del área.
- Segunda: Que existe relación entre el mantenimiento autónomo, la capacitación de personal con la eficacia; porque mejorando los conocimientos de los operadores de máquinas herramienta, con la detección temprana de fallas y la solución oportuna, contribuye a la productividad del área de mantenimiento de máquinas herramienta. Logrando tener mayor disponibilidad horas máquina. La eficacia se logra capacitando al operario en la aplicación de la técnica de las 5S y la aplicación de los siete pasos del mantenimiento autónomo.
- Tercera: Que existe relación entre el mantenimiento autónomo, la capacitación del personal con la eficiencia; porque la aplicación de la técnica de las 6S y los siete pasos del mantenimiento reduce el número de fallas, reduce los costos de mantenimiento de máquinas herramienta, aumenta la disponibilidad de horas máquinas herramienta, son más productivas las horas hombre. Por ende, optimiza los costos y recursos, aumentando la productividad de la empresa.

V. CONCLUSIONES

Por consiguiente se dice que:

- Primera: El mantenimiento autónomo incrementa la productividad en el área de mantenimiento de máquinas herramienta, con la aplicación de la técnica de las 5S y los siete pasos del mantenimiento autónomo.
- Segunda: La aplicación del mantenimiento autónomo y la capacitación de personal mejora la eficacia del operador de la máquina herramienta. La capacitación aumenta el conocimiento en detección temprana de fallas y la solución oportuna, incrementa la disponibilidad de las máquinas herramienta, incrementa la productividad; la capacitación incluye como registrar la información, como utilizar los formatos de control y la elaboración de informes, todas estas actividades ayuda a la productividad del área de mantenimiento de máquinas herramienta de la empresa.
- Tercera: La aplicación del mantenimiento autónomo y la capacitación de personal incrementa la eficiencia en la productividad. Porque incrementar la disponibilidad de horas máquinas herramienta, se reduce los costos de mantenimiento. Asimismo, reduce las horas hombre por parada de máquinas herramienta, se incrementa la disponibilidad de las horas hombre. Este incremento se da en el área de mantenimiento de máquinas herramienta de la empresa AIRTEC S.A. Callao 2018.

VI. RECOMENDACIONES

La presente tesis es una guía para la aplicación del Mantenimiento Autónomo, en otras empresas del rubro. Asimismo, se puede replicar a nivel nacional:

- Primera: En el área de mantenimiento de máquinas herramienta, de manera persistente diariamente para incrementar mejorar la productividad en el área de mantenimiento de máquinas herramienta de la empresa.
- Segunda: Realizar la capacitación del personal, en técnica de las 5S y los siete pasos del mantenimiento autónomo, tanto al personal operativo, como al personal administrativo. Hacerlo como mínimo dos veces por mes.
- Tercera: Aplicar la técnica de las 5S y el mantenimiento autónomo diariamente, hasta convertirlo en un hábito de trabajo, realizar una supervisión de su ejecución diaria, para implementar la disciplina y control.
- Cuarta: Aplicar la capacitación del personal en el uso de formatos, de los instructivos, manuales en forma constante y persistente para tener información ordenada y un lugar de trabajo ordenado, seguro y libre de desperdicios.
- Quinta: Capacitar en la elaboración de informes por cada caso y máquina herramienta, capacitar en la elaboración de informes mensuales del área de mantenimiento de máquinas herramienta.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

"Impacto de los Indicadores de Control de Inventarios en la Cadena de Suministro".

Ponce Cabrera, Milton. 2014. Bogotá, Colombia : Facultad de Ingeniería.

Universidad Militar de Nueva Granada., 2014.

"La confiabilidad, La disponibilidad y La mantenibilidad. Disciplinas modernas aplicadas

al mantenimiento". Dairo H., Mesa Grajales; Yesid, Ortiz Sánchez; Manuel,

Pinzon. 2006. Número 30, Pereira. Colombia. : Scentia et Technica Año XII, 2006,

Vol. Año XII. ISSN: 0122-1701.

AIRTEC-S.A. 2016. www.airtec.com.pe. www.airtec.com.pe. [En línea] 30 de Abril de

2016. [Citado el: 11 de 10 de 2018.]

Anticona Chicama, Robert Franklin; Quiroz Cabañas, Einer. 2017. *"Implementación*

de la metodología de mantenimiento progresivo para mejorar la productividad en

la planta de producción de pañales Procter & Gamble, 2013-2015". Lima :

Universidad Privada del Norte. Facultad de Ingeniería Industrial., 2017.

Aponte Chumacero, Carlos Javier. 2017. *"Aplicación del mantenimiento productivo*

total para mejorar la productividad en el área de mantenimiento de los vehículos

de carga en una empresa de transporte, Lima 2017". Lima : Facultad de Ingeniería

Industrial. Escuela Profesional de Ingeniería Industrial. Universidad Cesar Vallejo.,

2017.

Arias, Fidias G. 2012. *"El proyecto de investigación. Introducción a la metodología*

científica 6ta. Edición". Caracas, Venezuela : Editorial Episteme, C. A. . ISBN:

980-07-8529-9, 2012.

Bernal Torres, Cesar Augusto. 2010. *"Metodología de la Investigación administración,*

economía, humanidad y ciencias sociales". Bogota, D.C. Colombis : Pearson

Educación de Colombia, 2010. ISBN 978-958-699-128-5.

Billage. 2015. <https://www.billage.es/>. <https://www.billage.es/>. [En línea] 30 de 03 de

2015. [Citado el: 04 de 05 de 2018.] [https://www.billage.es/es/blog/se-puede-](https://www.billage.es/es/blog/se-puede-medir-la-productividad)

[medir-la-productividad](https://www.billage.es/es/blog/se-puede-medir-la-productividad).

Boero, Carlos. 2012. *"Mantenimiento Industrial".* Córdoba : Universitas Editorial

Científica Universitaria. Jorge Sarmiento Editor., 2012. ISBN: T_355631.

Bonilla Elsie; Díaz Bertha; Kleeberg Fernando; Noriega María Teresa. 2010. *"Mejora continua de los procesos. Primera edición"*. [Libro] Lima : Fondo Editorial Universidad de Lima, 2010. ISBN 978-9972-45-241-3.

Calidad-y-Medio-Ambiente. 2006. [HTTP://WWW.GRUPOARENAS.COM](http://www.grupoarenas.com).
[HTTP://WWW.GRUPOARENAS.COM](http://www.grupoarenas.com). [En línea] 12 de Abril de 2006. [Citado el: 30 de Abril de 2018.] <http://www.grupoarenas.com/calidad-y-medio-ambiente/>.

Camisón Cesar, Cruz Sonia, González Tomás. 2006. *"Gestión de la Calidad: Conceptos, Enfoques, Modelos y Sistemas"*. Madrid : PEARSON EDUCACIÓN, S. A., 2006. ISBN 13: 978-84-205-4262-1.

Carrasco Díaz, Sergio. 2008. *"Metodología de la Investigación Científica Pautas metodológicas para diseñar y elaborar el proyecto de Investigación"*. Lima : Editorial San Marcos E.I.R.L., 2008. isbn 978-9972-38-344-1.

Castellanos de Echevarría, Ana Luz. 2012. *"Diseño de un sistema logístico de Planificación de Inventarios para Aprovisionamiento en Empresas de Distribución del Sector de Productos de Consumo Masivo"*. San Salvador : Universidad Francisco Gavidia, 2012. Tesis de grado.

Cerda Gutiérrez, Hugo. 1993. *"Los elementos de la investigación. Como reconocerlos, Diseñarlos y Construirlos"*. Quito. Ecuador : Editorial El Buho Ltda., 1993. ISBN: 958-9023-65-7..

Chang, Richard Y. 2011. *"Mejora continua de Procesos"*. s.l. : Ediciones Garnica, 2011. ISBN: 9789506412296 2011.

Chen, Liyan. 2015. <https://www.forbes.com.mx/>. <https://www.forbes.com.mx/>. [En línea] 07 de Mayo de 2015. [Citado el: 30 de Abril de 2018.] <https://www.forbes.com.mx/author/forbes-staff/>.

Clará Díaz, Oscar Antonio; Domínguez De Paz, Ralph Anthony; Pérez Medrano, Edwin Alberto. 2013. *"Sistema de gestión de mantenimiento productivo total para talleres automotrices del sector público"*. El Salvador. : Universidad de El Salvador. Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Escuela de Ingeniería Industrial., 2013.

- Cuatrecasa, Lluís; Torrell, Francesca. 2010.** *"TPM un entorno Lean Management"*. Barcelona. : Profit Editorial-, 2010. ISBN: 978-84-92956-12-8..
- Deming, W. Edward. 1989.** *"Calidad, Productividad y Competitividad. La Salida de la Crisis"*. Madrid : Ediciones Díaz Santos, S.A., 1989. ISBN 84-87189-22-9 Lengua Española..
- Dr. Roberto Hernández Sampieri, Dr. Carlos Fernández Collado, Dra. María del Pilar Baptista Lucio. 2014.** *"Metodología de la investigación. 6° ed."*. México D.F : McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V., 2014. ISBN: 978-1-4562-2396-0.
- El-blog-de-WorkMeter. 2012.** <https://es.workmeter.com/>. <https://es.workmeter.com/>. [En línea] 20 de 06 de 2012. [Citado el: 04 de 05 de 2018.] <https://es.workmeter.com/blog/bid/172634/indicadores-de-productividad-qu-son-y-c-mo-analizarlos>.
- Estrada Huamán, Madeleine Yanet. 2017.** *"Aplicación del mantenimiento productivo total (TPM) para mejorar la productividad en el área de mantenimiento en la empresa Corporación Logística & Transporte S.A.C., Lima 2016"*. Lima : Facultad de Ingeniería. Escuela Profesional de Ingeniería Industrial. Universidad Cesar Vallejo., 2017.
- Garcia Garrido, Santiago. 2016 Octubre 03..** *"Fórmulas de cálculo de indicadores de disponibilidad"*. [Reportero Industrial] Bogota : Reportero Industrial, Axioma B2B Marketing, 2016 Octubre 03.
- Gutiérrez Pulido Humberto y De la Vara Salazar Román. 2009.** *"Control Estadístico de Calidad y Seis Sigma"*. México D. F. : McGraw-Hill / Interamericana Editores S.A. de C.V., 2009. ISBN: 978-970-10-6912-7.
- Gutiérrez Pulido, Humberto. 2014.** *"Calidad y Productividad. Cuarta edición"*. Guadalajara : McGraw Hill, 2014. ISBN: 978- 607-15-11485.
- Hernández Martín, Zenaida. 2012.** *"Métodos de análisis de datos: Apuntes"*. La Rioja. España. : Servicio de Publicaciones. Universidad de La Rioja., 2012. ISBN: 978-84-615-7579-4..

Hernández Sampieri Roberto, Fernández Collado Carlos, Baptista Lucio Pilar. 2014 p,24. *"Metodología de la Investigación 6ta. Edición"*. México D.F. : McGRAW-HILL-INTERAMERICAN EDITORES, S.A. DE C.V., 2014 p,24. ISBN 978-1-4562-2396-0.

Jima Solano, Christian Alexander. 2015. *"Diseño de un sistema integral de mantenimiento y seguridad industrial de las instalaciones y equipos del centro de la madera de la Universidad de Loja"*. Loja. Ecuador. : Universidad Nacional de Loja. Área de la Energía, Las Industrias. Carrera de Ingeniería Electromecánica., 2015.

Juaréz García, Francisco; Villatoro Velázquez, Jorge A.; López Lugo, Elsa Karina. 2002. *"Apuntes de Estadística Inferencial"*. México D. F. : Instituto Nacional de Psiquiatría Ramón de la Fuente., 2002. ISBN: 968-7652-41-1..

Levin, Richard I. y Rubin, David S. 2004. *"Estadística para Administración y Economía Séptima Edición"*. México : Pearson Educación de México, S.A. de C.V., 2004. ISBN: 970-26-0497-4.

MantenimientoLA. 2011. <https://maintenancela.blogspot.com>.
https://maintenancela.blogspot.com. [En línea] 24 de Octubre de 2011. [Citado el: 11 de 10 de 2018.] <https://maintenancela.blogspot.com/2011/10/confiabilidad-disponibilidad-y.html>.

Martínez Sánchez, Ignacio. 2009. *"Diseño de un modelo para aplicar el mantenimiento productivo total a los sectores de bienes y servicios"*. México D. F. : Instituto Politécnico Nacional. Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica., 2009.

OIT. 2016. *"Mejore su negocio El recurso humano y la productividad"*. Ginebra - Suiza : Oficina Internacional del Trabajo - Departamento de empresas., 2016. ISBN: 9789223311377.

P. Fraser Johnson, PhD Michiel R. Leenders, DBA Anna E. Flynn, PhD. 2012. *"Administración de Compras y Abastecimientos"*. Mexico D.F. : McGraw Hill / Interamericana Editores, S.A. de C.V., 2012. ISBN: 978-607-15-0758-7.

Prokopenko, Joseph. 1989. *"Gestión de la productividad Manual práctico"*. Ginebra - Suiza : Organización Internacional del Trabajo - OIT, 1989. ISBN: 92-2-305901-1.

ResaltadorKaizen. 2017. <http://resaltadorkaizen.blogspot.com>.

<http://resaltadorkaizen.blogspot.com>. [En línea] ResaltadorKaizen, 30 de Mayo de 2017. [Citado el: 11 de 10 de 2018.]

<http://resaltadorkaizen.blogspot.com/2017/05/tpm-latino-pierde-terreno.html>.

Rey Sacristán, Francisco. 2001. *"Mantenimiento total de la producción TPM. Proceso de Implantación y desarrollo"*. Madrid : Editorial Funfacción Confemetal, 2001. ISBN: 84-95428-49-0..

Rios Soria, Adith Dra. 2009. *"Gestión de Calidad y mejora continua en la Administración Pública"*. Lima : Actualidad Gubernamental, 2009. Informe Especial.

Rojas Rangel, María Fernanda. 2011. *"Implementación de los pilares TPM (Mantenimiento Productivo Total de mejoras enfocadas y mantenimiento autónomo, la planta de producción OFIXPRES S.A.S.)"*. Bucaramanga. Colombia : Universidad Pontificia Bolivariana. Escuela de Administración e Ingenierías. Facultad de Ingeniería Industrial., 2011.

Salazar Lopez, Bryan. 2016. <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/>.
<https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/>. [En línea] Bryan Salazar Lopez, 2016. [Citado el: 24 de 04 de 2018.]
<https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/administraci%C3%B3n-de-inventarios/clasificaci%C3%B3n-de-inventarios/>.

Salinas Manrique, Emiliana Vanesa. 2017. *"Aplicación del Total Productive Maintenance (TPM) para la mejora de la productividad en el área de mantenimiento, en la empresa Compañía Peruana de Ascensores S.A."*. Lima : Falcultad de Ingeniería. Escuela Profesional de Ingeniería Industrial. Universidad Cesar Vallejo., 2017.

- Shewhart, Walter A. 2015 Reprint of 1931 Edition.** *"Economy Control of Quality of Manufactured Product"*. New York : Martino Fine Books 25 abril 2015, 2015 Reprint of 1931 Edition. ISBN: 9781614278115.
- Significados.com. 2016.** www.significados.com. www.significados.com. [En línea] 22 de 03 de 2016. [Citado el: 04 de 05 de 2018.] <https://www.significados.com/productividad/>.
- SKF. 2008.** <http://www.skf.com>. <http://www.skf.com>. [En línea] Mayo de 2008. [Citado el: 11 de 10 de 2018.] <http://www.skf.com/binary/87-133512/38.food>.
- Sosa Pulido, Demetrio. 2013.** *"CONCEPTOS Y HERRAMIENTAS PARA LA MEJORA CONTINUA"*. Mexico DF : LIMUSA, 2013. ISBN 9786070505997.
- Toapanta Castro, Juan Carlos. 2015.** *"Mejoramiento de la producción de la empresa MIGPLAS de la ciudad de Guayaquil en el área de extrusión aplicando plan de mantenimiento autónomo basado en la filosofía TPM"*. Guayaquil. Ecuador : Universidad de Guayaquil. Facultad de Ingeniería Industrial., 2015.
- Valencia Chaupis, Shirley Lisbet. 2016.** *"Aplicación del mantenimiento productivo total (TPM) para mejorar la productividad en la línea de fabricación de hilos acrílicos de la empresa de hilados CHEVIOT E.T.R.L., San Juan de Lurigancho 2016"*. San Juan de Lurigancho. Lima. : Facultad de Ingeniería. Escuela Profesional de Ingeniería Industrial. Universidad Cesar Vallejo., 2016.
- Vara Horna, Aristides Alfredo. 2015.** *"7 pasos para elaborar una Tesis"*. Lima : Editora Macro EIRL, 2015. ISBN 978-612-304-311-7.
- Villafañe Alonso, Pablo. 2014.** *"Análisis de la Cadena de Suministro y su Relación con la Logística: Caso del Centro Michelin Valladolid"*. Valladolid - España : Universidad de Valladolid, 2014. Tesis de Maestría.
- Webster, Allen L. 2000.** *"Estadística aplicada a los negocios y la economía Tercera Edición"*. Santa Fe de Bogota : The McGrawHill Companies, Inc., 2000. ISBN: 958-41-0072-6.

Westgard, James O. PhD. 2013. *"Prácticas Básicas de Control de la calidad"*. Madison Wisconsin : Editorial QC Westgard, Inc., 2013. ISBN: 978-1-886958-15-9.

Yarto Chavez, Manuel Antonio. 2010. *"Tesis de Doctorado. Modelo de Mejora Continua en la Productividad de Empresas de Cartón Corrugado del Área Metropolitana de la Ciudad de México"*. México, D.F. : Instituto Politécnico Nacional. Escuela Superior de Comercio y Administración. Unidad Santo Tomás. Sección de Estudios de Posgrado e Investigación., 2010.

VIII. ANEXOS

Anexo 1 Matriz de consistencia

| Problema General | Hipótesis General | Objetivo General | Variable Independiente | Definición conceptual | Definición operacional | Dimensiones | Indicadores | Fórmulas | Escala |
|---|--|---|------------------------|---|--|--------------------------|--|---|------------------|
| ¿De qué manera la aplicación del Mantenimiento Autónomo incrementará la Productividad en el Área de Mantenimiento de Máquinas Herramienta de la empresa AIRTEC S.A., Callao 2018? | La aplicación del Mantenimiento Autónomo incrementa la Productividad en el Área de Mantenimiento de Máquinas Herramienta de la empresa AIRTEC S.A., Callao 2018. | Determinar que la aplicación del Mantenimiento Autónomo incrementa la Productividad en el Área de Mantenimiento de Máquinas Herramienta de la empresa AIRTEC S.A., Callao 2018. | MANTENIMIENTO AUTÓNOMO | REY S, Francisco (2001), define como “El conjunto de disposiciones técnicas, medios y actuaciones que permite garantizar que las máquinas, instalaciones y organización que conforman un ‘proceso básico’ o línea de producción, pueden desarrollar el trabajo que tienen previsto en un plan de producción en constante evolución por la aplicación de la mejora continua” (pág. 59) | El mantenimiento autónomo está basado en la confiabilidad y disponibilidad de las máquinas herramienta. Controlados los Índices de confiabilidad del servicio de MA. Y, por el Índice de disponibilidad, para controlar, medir la disponibilidad, efectividad y calidad del servicio, con el propósito de incrementar la productividad en el área de mantenimiento de la empresa AIRTEC S.A. | Disponibilidad | Índice de Disponibilidad de Maquinaria (IDM). | $IDM = (HTO - HPM) / (HTO) \times 100$ IDM: Índice Disponibilidad de Maquinaria. HPM: Horas de Parada de Mantenimiento. HTO: Horas Totales de Operación. | Razón |
| | | | | | | Capacitación de Personal | Operativa. Administrativa. Motivacional | | Número Número |
| Problemas Específicos | Hipótesis Específicos | Objetivos Específicos | Variable Dependiente | Definición conceptual | Definición operacional | Dimensiones | Indicadores | Fórmulas | Escala |
| ¿De qué manera la aplicación del Mantenimiento Autónomo incrementará la Eficacia en el Área de Mantenimiento de Máquinas Herramienta de la empresa AIRTEC S.A., Callao 2018? | La aplicación del Mantenimiento Autónomo incrementa la Eficacia en el Área de Mantenimiento de Máquinas Herramienta de la empresa AIRTEC S.A., Callao 2018. | Determinar que la aplicación del Mantenimiento Autónomo incrementa la Eficacia en el Área de Mantenimiento de Máquinas Herramienta de la empresa AIRTEC S.A., Callao 2018. | PRODUCTIVIDAD | La productividad tiene que ver con la obtención de resultados un proceso o un sistema, Reduciendo costo y tiempo. (Gutiérrez Pulido Humberto y De la Vara Salazar Román, 2009). | La productividad se medirá mediante sus dimensiones eficiencia y eficacia, con sus indicadores respectivos. Se utilizará los datos recolectados aplicando los estadísticos descriptivos ampliamente aceptados. | Eficacia | Promedio del Servicio Realizado Diario (PSRD) | $PSRD = (TSRD / TSPD) \times 100$ PSRD: Promedio del Servicio. TSRD: Tiempo del Servicio Realizado Diario. TSPD: Tiempo del Servicio Programado. | Razón |
| ¿De qué manera la aplicación del Mantenimiento Autónomo incrementará la Eficiencia en el Área de Mantenimiento de Máquinas Herramienta de la empresa AIRTEC S.A., Callao 2018? | La aplicación del Mantenimiento Autónomo incrementa la Eficiencia en el Área de Mantenimiento de Máquinas Herramienta de la empresa AIRTEC S.A., Callao 2018. | Determinar que la aplicación del Mantenimiento Autónomo incrementa la Eficiencia en el Área de Mantenimiento de Máquinas Herramienta de la empresa AIRTEC S.A., Callao 2018. | | | | Eficiencia | Promedio de Tiempo Total de Mantenimiento (PTTM) | $PGOM = (TORM / TOMP) \times 100$ PGM: Promedio General de Operación de Maq. TORM: Tiempo de Operación Real de Maq. TOMP: Tiempo de Operación Maquinaria Programada. | Razón |

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2 Data para el cálculo de estadísticos.

| Ítem | Mantenimiento autónomo | | | | | Productividad | | | | | | | | | | | | | | | Mantenimiento Autónomo | | Productividad | | Variables | |
|------|------------------------|----|----|----|----|-----------------------|-----|-----|-----|-----|----------|-----|-----|-----|-----|------------|-----|-----|-----|-----|------------------------|--------------------------|---------------|------------|-----------|------|
| | Disponibilidad | | | | | Capacitación Personal | | | | | Eficacia | | | | | Eficiencia | | | | | Disponibilidad | Capacitación de personal | Eficacia | Eficiencia | | |
| | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 | P11 | P12 | P13 | P14 | P15 | P16 | P17 | P18 | P19 | P20 | P21 | P22 | P23 | P24 | P25 | VIDim1 | VIDim2 | VDDim1 | VDDim2 | MA | Prod |
| 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 1 | 3 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 8 | 9 | 8 | 8 | 17 | 16 |
| 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 2 | 1 | 8 | 9 | 7 | 9 | 17 | 16 |
| 3 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 3 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 8 | 8 | 10 | 7 | 16 | 17 |
| 4 | 3 | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 | 1 | 3 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 9 | 10 | 6 | 8 | 19 | 14 |
| 5 | 3 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 3 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 10 | 9 | 7 | 7 | 19 | 14 |
| 6 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 1 | 2 | 2 | 3 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 8 | 11 | 10 | 7 | 19 | 17 |
| 7 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 3 | 1 | 2 | 2 | 1 | 3 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 8 | 9 | 8 | 8 | 17 | 16 |
| 8 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 3 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 8 | 9 | 7 | 7 | 17 | 14 |
| 9 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 3 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 8 | 9 | 10 | 7 | 17 | 17 |
| 10 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 2 | 2 | 1 | 3 | 1 | 3 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 7 | 11 | 8 | 8 | 18 | 16 |
| 11 | 3 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 3 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 10 | 8 | 7 | 7 | 18 | 14 |
| 12 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 1 | 3 | 1 | 2 | 2 | 3 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 8 | 10 | 11 | 7 | 18 | 18 |
| 13 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 3 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 9 | 9 | 7 | 8 | 18 | 15 |
| 14 | 3 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 10 | 8 | 8 | 7 | 18 | 15 |
| 15 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 3 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 3 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 8 | 9 | 10 | 7 | 17 | 17 |
| 16 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 3 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 8 | 10 | 6 | 8 | 18 | 14 |
| 17 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 3 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 8 | 8 | 7 | 7 | 16 | 14 |
| 18 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 3 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 3 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 8 | 9 | 10 | 7 | 17 | 17 |
| 19 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 3 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 8 | 8 | 6 | 8 | 16 | 14 |
| 20 | 3 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 9 | 8 | 7 | 6 | 17 | 13 |
| 21 | 2 | 1 | 2 | 1 | 3 | 1 | 2 | 3 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 2 | 1 | 1 | 2 | 9 | 9 | 8 | 9 | 18 | 17 |
| 22 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 3 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 8 | 8 | 6 | 8 | 16 | 14 |
| 23 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 3 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 8 | 8 | 7 | 7 | 16 | 14 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|---|----|---|----|----|
| 24 | 3 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 3 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 9 | 9 | 10 | 8 | 18 | 18 |
| 25 | 3 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 10 | 7 | 8 | 8 | 17 | 16 |
| 26 | 1 | 3 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 9 | 8 | 8 | 7 | 17 | 15 |
| 27 | 3 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 3 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 9 | 9 | 10 | 8 | 18 | 18 |
| 28 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 9 | 8 | 8 | 8 | 17 | 16 |
| 29 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 1 | 3 | 1 | 2 | 1 | 3 | 2 | 2 | 1 | 9 | 9 | 9 | 9 | 18 | 18 |
| 30 | 3 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 3 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 1 | 1 | 2 | 9 | 9 | 9 | 9 | 18 | 18 |

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 3 Formato de encuesta y evaluación de técnica de las 5S.

| | |
|----------------------|---|
| AIRTEC SA | Evaluación y Encuesta con las 5S |
|----------------------|---|

Fecha: _____

Puesto de trabajo: _____

Código MH: _____

Descripción: _____

Evaluación de la Clasificación

| Ítem | Preguntas | Sí | No |
|------|---|----|----|
| 1 | ¿Los objetos considerados necesarios para el desarrollo de las actividades del área se encuentran organizados? | | |
| 2 | ¿Se observan objetos dañados? | | |
| 3 | En caso de observarse objetos dañados ¿Se han catalogado como útiles o inútiles? ¿Existe un plan de acción para repararlos o se encuentran separados y rotulados? | | |
| 4 | ¿Existen objetos obsoletos? | | |
| 5 | En caso de observarse objetos obsoletos ¿Están debidamente identificados como tal, se encuentran separados y existe un plan de acción para ser descartados? | | |
| 6 | ¿Se observan objetos de más, es decir que no son necesarios para el desarrollo de las actividades del área? | | |
| 7 | En caso de observarse objetos de más ¿Están debidamente identificados como tal, existe un plan de acción para ser transferidos a un área que los requiera? | | |

Evaluación del Orden

| Ítem | Preguntas | Sí | No |
|------|--|----|----|
| 1 | ¿Se dispone de un sitio adecuado para cada elemento que se ha considerado como necesario? ¿Cada cosa en su lugar? | | |
| 2 | ¿Se dispone de sitios debidamente identificados para elementos que se utilizan con poca frecuencia? | | |
| 3 | ¿Utiliza la identificación visual, de tal manera que le permita a las personas ajenas al área realizar una correcta disposición de los objetos de espacio? | | |
| 4 | ¿La disposición de los elementos es acorde al grado de utilización de los mismos? Entre más frecuente más cercano. | | |
| 5 | ¿Considera que los elementos dispuestos se encuentran en una cantidad ideal? | | |
| 6 | ¿Existen medios para que cada elemento retorne a su lugar de disposición? | | |
| 7 | ¿Hacen uso de herramientas como códigos de color, señalización, hojas de verificación? | | |

Evaluación de la Limpieza

| Ítem | Preguntas | Sí | No |
|------|---|----|----|
| 1 | ¿El área de trabajo se percibe como absolutamente limpia? | | |
| 2 | ¿Los operarios del área y en su totalidad se encuentran limpios, de acuerdo a sus actividades y a sus posibilidades de asearse? | | |
| 3 | ¿Se han eliminado las fuentes de contaminación? No solo la suciedad | | |
| 4 | ¿Existe una rutina de limpieza por parte de los operarios del área? | | |
| 5 | ¿Existen espacios y elementos para disponer de la basura? | | |

Evaluación de la Estandarización

| Ítem | Preguntas | Sí | No |
|------|---|----|----|
| 1 | ¿Existen herramientas de estandarización para mantener la organización, el orden y la limpieza identificados? | | |
| 2 | ¿Se utiliza evidencia visual respecto al mantenimiento de las condiciones de organización, orden y limpieza? | | |
| 3 | ¿Se utilizan moldes o plantillas para conservar el orden? | | |
| 4 | ¿Se cuenta con un cronograma de análisis de utilidad, obsolescencia y estado de elementos? | | |
| 5 | ¿En el período de evaluación, se han presentado propuestas de mejora en el área? | | |
| 6 | ¿Se han desarrollado lecciones de un punto o procedimientos operativos estándar? | | |

Evaluación de la Disciplina y Control

| Ítem | Preguntas | Sí | No |
|------|---|----|----|
| 1 | ¿Se percibe una cultura de respeto por los estándares establecidos, y por los logros alcanzados en materia de organización, orden y limpieza? | | |
| 2 | ¿Se percibe proactividad en el desarrollo de la metodología 5s? | | |
| 3 | ¿Se conocen situaciones dentro del período de la evaluación, no necesariamente al momento de diligenciar este formato, que afecten los principios 5s? | | |
| 4 | ¿Se encuentran visibles los resultados obtenidos por medio de la metodología? | | |

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 4 Formato de evaluación situacional.

| | | |
|---------------------|-------------------------------|-------------|
| AIRTEC S. A. | Evaluación Situacional | |
| Equipo: | | |
| Responsable: | | |
| Fecha: | | |
| 5S | Situación Observada | ¿Qué hacer? |
| Clasificar | | |
| Ordenar | | |
| Limpiar | | |
| Estandarizar | | |
| Disciplina | | |

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 5 Formato de fuentes de contaminación y áreas de difícil acceso.

| | | | | |
|--|---|-------------|-------------|-------------|
| AIRTEC S. A. | Fuentes de contaminación y Áreas de Dificil Acceso | | | |
| Equipo: | | | | |
| Responsable: | | | | |
| Fecha: | | | | |
| Fuentes de Contaminación | | | | |
| Categoría | Parte | Tarjeta No. | Tarjeta No. | Tarjeta No. |
| | ¿Dónde se ve? (Punto contaminado) | | | |
| Acciones contra las fuentes de contaminación | ¿Qué lo hace sucio? (Agente contaminador) | | | |
| | ¿Cuándo ocurre? (durante el proceso, durante el arranque, es continua...) | | | |
| | ¿Cómo es? (Dispersión fugas, requereros, salpicaduras, etc.) | | | |
| | ¿Por qué sucede? (Explicar el mecanismo de la fuente de contaminación y la causa raíz) | | | |
| Claves para mejorar (E-C-R-S) | Eliminar: La misma fuente de contaminación | | | |
| | Concentrar: (Concentrar "dónde": recoger, recibir, etc.) | | | |

| | | | | |
|---|---|--|--|--|
| | Reubicar: (Cambiar "dónde") | | | |
| | Simplificar: (limpiar, lavar mejorar las herramientas) | | | |
| Áreas de Difícil Acceso | | | | |
| Acciones contra las áreas de difícil acceso | ¿Qué lo hace difícil? (limpieza, inspección, lubricación) Especificar cada elemento | | | |
| | ¿Por qué es difícil? (Alto/bajo, Atrás, Difícil de remover ...) | | | |
| Claves para mejorar (E-R-S) | Eliminar: difícil acceso | | | |
| | Reubicar: (Cambiar "dónde") | | | |
| | Simplificar: (limpiar, lavar mejorar las herramientas) | | | |

Fuente: Elaboración propia.

[illegible]

Anexo 7 Formato de tarjeta roja de anomalías.

[illegible]

Fuente: Elaboración propia

Anexo 8 Formato de ficha de los 5 porqués.

| AIRTEC S. A. | |
|---|--|
| FICHA TÉCNICA DE LOS 5 PORQUÉS | |
| Nombre de Máquina Herramienta: | |
| Código de Máquina Herramienta: | |
| Responsable: | |
| Fecha de adquisición: | |
| Fecha de última reparación: | |
| Fecha de evaluación: | |
| Instrucciones: | La técnica de los 5 porque's es un método basado en realizar preguntas para explorar las relaciones de causa-efecto que generan un problema en particular. Con el objetivo final de determinar la Causa Raíz de un defecto o problema. |
| Problema: El torno 01 dejo de funcionar. | |
| 1. ¿Por qué el torno dejo de funcionar? | Porque falla del sistema electrico. |
| 2. ¿Por qué motor elctrico se malogro? | Porque se malogró el motor eléctrico. |
| 3. ¿Por qué falta de mantenimiento preventivo? | Porque falta de llevar controles de mantenimmiento |
| 4. ¿Por qué falta de llevar controles de mantenimiento? | Porque falta de gestion de mantenimiento. |
| 5. ¿Por qué falta gestion eficaz del personal asociadas a las tareas de mantenimiento? | Porque no se hace mantenimiento autonomo. |
| El Análisis de la Causa Raíz. | |
| El sistema electrico de la MH del la adquisicion de la maquina no se hizo el mantenimiento de cableado cambio de contactores, los cable en mas estado resecaados, cuartiaados. Falta de un plan de mantenimiento, capacitacion de del personal el operación no tiene estudios de operacion del torno para que pueda realizar las 5s , realizar el mantenimiento autonomo. | |

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 9 Capacitación al personal



Fuente: Elaboración propia.

Anexo 10 Aplicación de la técnica de las 5S (Antes y Después).



Fuente: Elaboración propia.